850

1736

GENERAL SCIENCE

(IN TAMIL)

(Written according to 1937 Syllabus)

OFFICE OF ... 23 NOV 1937

BOOK IV FOR FORM IV.

1726

All Rights Reserved.] [Price As. 14.

GENERAL SCIENCE

(1937 SYLLABUS)

IN TAMIL

BOOK IV FOR FORM IV

OFFICE OF THE REGISTRAR OF ...
23 NOV 1937
MADRAS

1760
500

BY

Experienced Science Masters

OF

Municipal College and High School, Salem.

All Rights Reserved.] **[Price As. 14.**

PRINTED AT
THE INDIA PRINTING WORKS,
MYLAPORE, MADRAS.

PREFACE.

The recent publication of a revised syllabus in Elementary Science for Forms IV, V & VI is sufficient justification for the addition of one more series of books on the subject to the numerous publications already in the market. The syllabus, as now issued by the Department based on the concentric system, is very comprehensive and includes topics which have not been dealt with in any single set of books now available for the pupils of these forms. An attempt has been made in this series to deal with the subject-matter in as simple a manner as possible, so as to be easily understood by pupils of different grades without sacrificing at the same time accuracy of ideas. Owing to the variety of topics, the treatment of the subject-matter can only be didactic and experiments have been introduced wherever possible to elucidate the scientific truths underlying them. Plenty of diagrams have been used in illustration of the principles dealt with.

The authors trust that the present series will supply a real need. Suggestions for improvement will be thankfully received.

V. M. RAMANATHA AYYAR, B.A., L.T.,
Lecturer, Salem Municipal College.

V. DURAISWAMI AYYAR, B.A.,L.T.,
Assistant, Municipal High School, Salem.

R. V. ANANTARAMA AYYAR, B.A.,L.T.,
U. CHENGAL RAU,
Retired.

SALEM
October, 1937.

பொருளடக்கம்

அத்தியாயம். பக்கம்.

1. உண்ணுதல் 1
2. தேகவன்மையும் வளர்ச்சியும் 42
3. வீடு 86
4. நம்மைச் சுற்றியுள்ள வஸ்துக்களின் ஆராய்ச்சி 101
5. நம்மைச் சுற்றியுள்ள வஸ்துக்களின் ஆராய்ச்சி (தொடர்ச்சி) 126
6. இயற்கைச் சக்திகளை உபயோகித்தல் ... 166

GENERAL INSTRUCTIONS FOR TEACHERS

(Issued by the Department)

1. The Fourth Form syllabus is a continuation of General Science syllabus for Forms I, II and III issued by the Department and now in use for the last three years.

* * * *

4. The treatment of the various topics should not be as comprehensive as the Teacher's knowledge, but should be restricted to the present interest and powers of understanding of the pupils and the number of periods allotted to each of them.

5. Care should be taken to make the treatment of the topics as concrete as possible by observation from nature and environment or by experimental demonstrations, exhibitions of illustrative materials like charts, diagrams, lantern slides, models etc.

6. In dealing with any topic, attention may be devoted to its practical and utilitarian aspect and then so far as time permits to theoretical matters.

பொது அறிவு

(நான்காம் புத்தகம்)

அத்தியாயம் 1

உண்ணுதல்.

1. பிராணிகள் உணவூட்டுதல்.

உயிருள்ளவை ஆகாரத்தை உட்கொண்டு உள்ளிருந்து வளருகின்றன. உயிருள்ளவைகளை (1) தாவரம், (2) பிராணி என்று இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். பிராணிகள் (1) சராயுஜம் (viviparous), (2) அண்டஜம் (oviparous) என இருவகைப்படும். குட்டி போட்டு பால் கொடுக்கும் பிராணிகளாகிய பசு, பூனை, குதிரை முதலியன சராயுஜங்கள். முட்டையிட்டு குஞ்சு பொரிக்கும் பக்ஷிகள், பாம்பு, மீன், தவளை முதலியன அண்டஜங்கள். மேற்சொன்ன இரண்டு வகுப்புப் பிராணிகளின் குஞ்சுகளும் தாங்களே நகர்ந்து ஆகாரத்தைத் தேடிக்கொள்ளும் வரையில் தாயினாலேயே போஷிக்கப்படுகின்றன.

சராயுஜங்களின் குட்டிகள் மெதுவாக வளர்கின்றன. இவைகள் தங்கள் தாய் உட்கொள்ளும் ஆகாரத்தை ஜீரணிக்க சக்தியற்றவை. ஆகையால் இவை சுலபமாய் ஜீரணிக்கக்கூடிய தாய்ப்பாலைக் குடித்து வளர்கின்றன. இவை பிறந்தவுடன் ஆகாரத்தை தாங்களே தேடிக்கொள்ள சக்தியற்றவைகளாயிருப்பதால், இவைகளுக்கு சக்தி வரும் வரையில் தாய் ஜாக்கிரதையாய் பாலூட்டி இவைகளை வளர்க்கிறது.

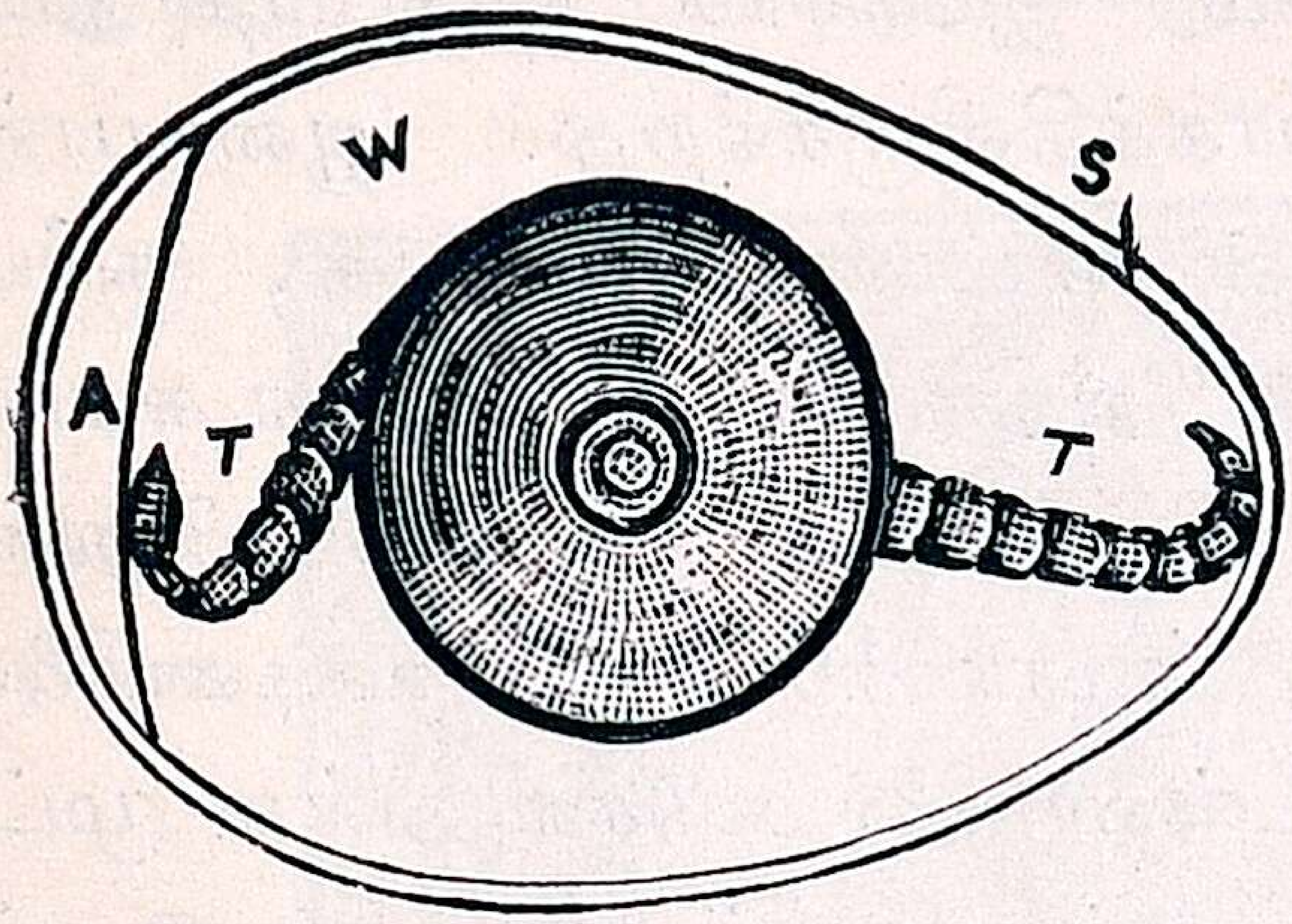
தாய்ப் பக்ஷிகளோ தாங்கள் உட்கொள்ளும் ஆகாரத்தையே தங்கள் குஞ்சுகளுக்கும் ஊட்டுகின்றன. முட்டையிலிருந்து வெளிப்பட்ட குஞ்சு பறக்க முடியாததாதலால் அவைகளுக்கு தாய்ப் பறவைகளின் பாதுகாப்பும், போஷிப்பும் அவசியம். தாய்ப் பறவை தான் கொண்டுவந்த ஆகாரத்தை தன் அலகினால் குஞ்சுகளின் வாயினுள் வைக்கின்றது. ஆனால் தாய்ப் புறு தன் இரைப் பையில் உண்டாகும் பால் போன்ற திரவத்தைக் குஞ்சுகளுக்கு ஊட்டுகிறது.

முட்டையிலிருக்கும் உணவு:—அண்டஜங்கள் முட்டையிடுகின்றன என்று நாம் வாசித்தோம். பக்ஷிகளின் முட்டைகள். எண்ணிக்கை, பருமன், நிறம் முதலியவைகளில் பக்ஷிக்குத் தகுந்தாற்போல் வித்தியாசப்படுகின்றன. முட்டைகள் அநேகமாக ஒரு நுனி பருத்தும் மற்றொரு நுனி சிறுத்துமுள்ள நீண்ட உருண்டையாயிருக்கின்றன.

முட்டையிலிருக்கும் உணவு:—பக்ஷிகள் இடும் முட்டைகளின் எண்ணிக்கையும், பருமனும் பக்ஷிக்குத் தகுந்தாற்போல் வித்தியாசப்படும். சாதாரணமாய் அவை ஒன்று முதல் மூன்று முட்டைகள் வரை இடும். நெருப்புக் கோழியும், வீட்டுக் கோழியும் பன்னிரண்டு முட்டைகளுக்குமேல் இடுகின்றன. நெருப்புக் கோழியின் முட்டை வீட்டுக் கோழியின் முட்டையைவிட பன்னிரண்டுமடங்கு பெரியதாயும், ரீங்காரம் செய்யும் பக்ஷி (**humming bird**) யின் முட்டை பட்டாணியளவுள்ளதாயுமிருக்கின்றன. அவைகளின் வர்ணம் விரோதிகளிட மிருந்து தங்களைப் பாதுகாத்து கொள்வதற்குத் தகுதியாக அவைகளிருக்குமிடத்தை யொத்திருக்கும்.

கோழிமுட்டை சாதாரணமாக வெண்ணிறமாகவும், ஒரு நுனி பருத்தும், மற்றொரு நுனி சிறுத்துமுள்ள நீண்ட

உருண்டையாக இருக்கிறது. முட்டைகள் நகர்ந்து கூட்டிலிருந்து கீழே விழாமலிருக்கவும், அவைகளின் சிறுத்த நுனிகள் ஒன்றுகவிருக்கும்பொழுது குறைந்த இடத்தை அடைத்துக்கொள்ளவும் இந்த வடிவம்சௌகரியமானது. முட்டையின் மேல் ஓடுஒடியக்கூடியதும், மயிர்க்கண் துவாரங்கள் நிறைந்துமுள்ளது. இதனுள் இரண்டு மெல்லிய தோல்களிருக்கின்றன. அகன்ற பாகத்தில் இந்த இரண்டு தோல்களுக்குமிடையில் கொஞ்சம் வாயுவுள்ள பாகமிருக்கிறது. முட்டையினுள்ளிருக்கும் உருண்டையாயும் கொஞ்சம் கெட்டியானதுமான மஞ்சள் (the yellow) பாகம் வெண்மையாயும் ஒட்டிக்கொள்ளக்கூடியதுமான திரவத்தில் (the white) மிதக்கிறது. மஞ்சள் பாகத்தில் நிறமில்லாத சிறு கரு உருண்டையாயிருக்கிறது. இந்தக் கரு மஞ்சள், வெள்ளை பாகங்களாகிய ஆகாரத்தை உபயோகித்து வளர்ந்து, குஞ்சாகி பிறகு வெளி ஓட்டை உடைத்துக்கொண்டு வெளியே வருகிறது. வெள்ளை பாகத்திலுள்ள திரிபோன்ற இரண்டு பாகங்கள் மஞ்சள் பாகத்தை நகராமல் வைக்கின்றன. இந்தப் பிரிகளின் உதவியாலும், முட்டையின் வெள்ளை பாகத்தினுலும் கரு அதிர்ச்சி அடையாமல் பாதுகாக்கப்படுகிறது.



படம் 1. முட்டையின் பாகங்கள்.
S. ஓடு; A. வாயு இடம்;
W. வெள்ளை பாகம்; T. பிரிகள்.
Y. மஞ்சள் பாகம். E. கரு.

கரு வளர வளர உள்ளிருக்கும் பொருள் குறைந்துகொண்டே வருகிறது. ஓட்டின் வழியாக வாயு உட்செல்வதால் குஞ்சு சரியாக வளருவதற்கு அனுகூலமாக இருக்கிறது.

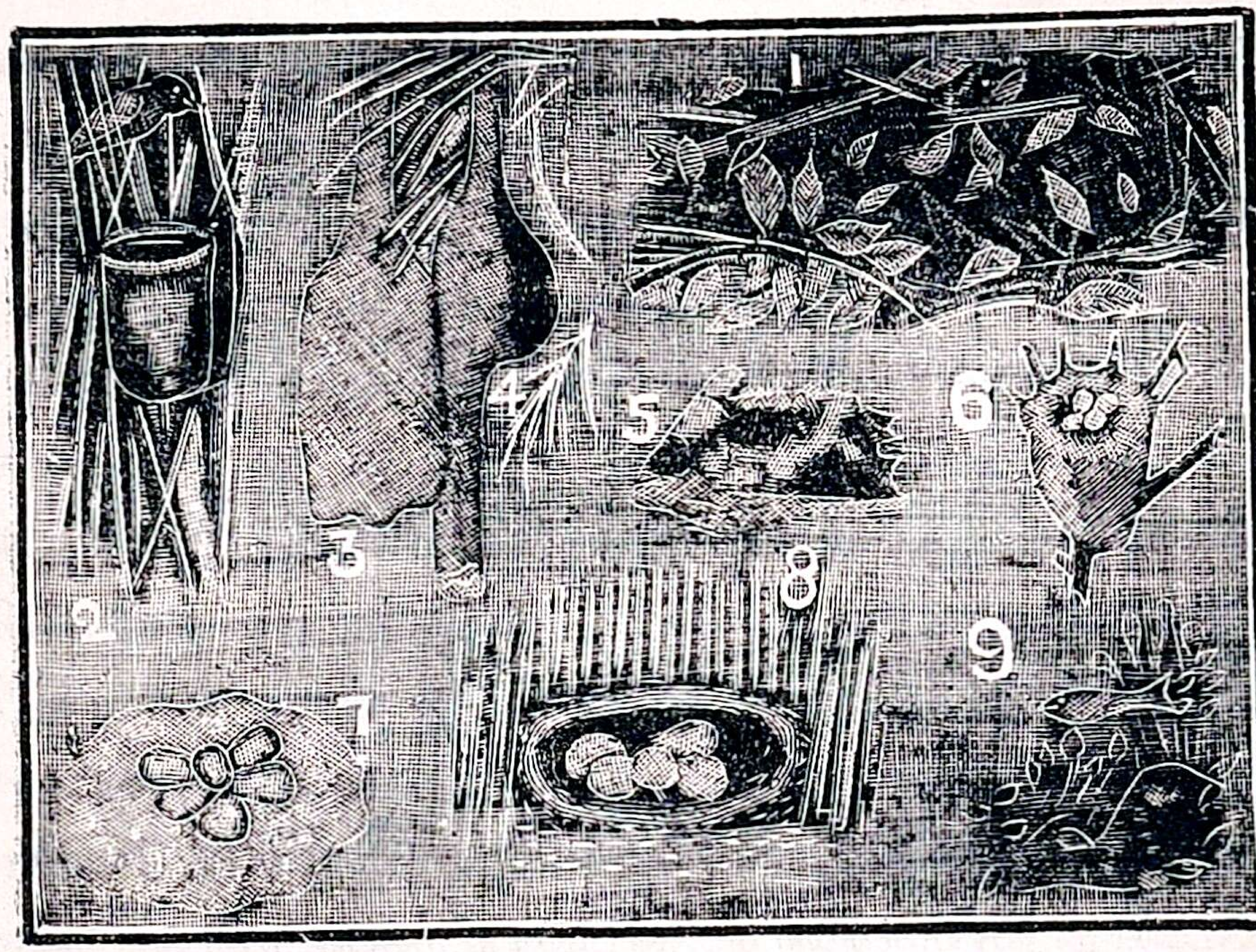
கரு மஞ்சள் பாகத்தின் மத்தியில் இல்லாமல் ஒரு பக்கமாக இருப்பதாலும், அந்த பாகம் இலேசாக இருப்பதாலும் அது எப்பொழுதும் மேல் பாகத்திலிருக்கிறது. ஆகையால் கரு அடைகாக்கும் பக்ஷியின் உஷ்ணத்தையாவது, சூரியனுடைய உஷ்ணத்தையாவது அதிகமாக அடைந்து சுமார் மூன்று வாரத்தில் குஞ்சாக வளருகிறது. முட்டையினுள் குஞ்சு விருத்தியடைவதற்கு சுமார் 104° F. உஷ்ணநிலை வேண்டியிருக்கிறது. இந்த உஷ்ண நிலை கூடுகளிலுள்ள முட்டைகளுக்கு பக்ஷிகள் அடைகாப்பதாலும், மணலில் இடப்பட்ட முட்டைகளுக்கு மணலின் உஷ்ணத்தாலும் ஏற்படுகிறது.

1. குட்டிகளின் பாதுகாப்பு

புழு, பூச்சிகள், தவளை, மீன் முதலியவைகள் அநேக முட்டைகளை யிடுகின்றன. இவை ஜலத்திலாவது, தரையிலாவது பல இடங்களுக்கு சிதறிப்போகின்றன. முட்டையிட்ட பிறகு தாய் அவைகளை கவனிக்காமலிருப்பதால், அவைகளில் அநேகம் மற்ற பிராணிகளுக்கு ஆகாரமாகி சில முட்டைகள் மட்டுமே குஞ்சுகளாகின்றன. சில மீன்களும், தவளைகளும் குஞ்சுகளைத் தங்கள் வாயிலும், சில தவளை, தேள், பூரான் முதலியவை தங்கள் முதுகிலும் தூக்கிச் செல்லுகின்றன. பக்ஷிகளிலும் உயர்வகுப்பைச் சேர்ந்த மற்ற பிராணிகளிலும் தாயின் பாது காப்பு வெகு அதிகம்.

பக்ஷிகளின் பாதுகாப்பு:—பக்ஷிகள் முட்டையிட்டு குஞ்சு பொரிப்பதற்கு பலவிதமான கூடுகளைக் கட்டுகின்றன (படம் 2). பக்ஷிகள் கூடு கட்டுவதில் அதிக அறிவைக் காண்பிக்கின்றன. ஆகார வசதியுள்ள இடங்களில் குச்சி, நார், பஞ்சு, இறகு முதலியவைகளைக்கொண்டு பக்ஷிகள் கூடுகளை

வெகு அழகாகவும் மிருதுவாக இருக்கும் படியாயும் கட்டுகின்றன. வானம்பாடி, கொக்கு, நாரை, மீன்கொத்திப் பறவை



படம் 2. பக்ஷிகளின் கூடுகள்.

முதலியவை நிலத்திலும், காகம், கழுகு, கிளி, பருந்து முதலியவை மரங்களிலும், புதர்களிலும், ஆந்தையும் மரங்கொத்திப் பறவையும் மரப்பொந்துகளிலும், சமுத்திரப் பறவைகளும், தீப்பறவையும் பாறைகளிலும் மணலிலுமுள்ள பள்ளங்களிலும், குருவி கூரைகளிலும், கிணறு, சுவர் முதலியவைகளிலுள்ள பொந்துகளிலும் கூடுகளைக் கட்டுகின்றன. தூக்கணங் குருவி மரக்கிளைகளின் நுனியில் தொங்கும் கூடுகளையும், தையல் பக்ஷி இலைகளைச் சேர்த்துத் தைத்த கூடுகளையும் கட்டுகின்றன. கூடுகளின் உட்பாகம் மிருதுவான பஞ்சு, இறகு முதலிய வஸ்துக்களால் பரப்பப்பட்டு கதகதப்பாயிருக்கும். ஜலத்தில் வாழும் பக்ஷிகள் ஜலத்திற்கு அருகாமையிலுள்ள நாணல் புதர்களில் கூடுகளைக் கட்டுகின்றன.

குயில் தானாக கூடுகட்டாமல் மற்ற பக்ஷிகளின் கூட்டில் முட்டை யிடுகிறது.

குஞ்சு பொரித்தலும் அவைகளின் பாதுகாப்பும்:—பக்ஷி கள் முட்டைகளைக் கூட்டில் வைத்து அடைகாக்கின்றன. குஞ்சு பொரித்த பிறகு குஞ்சுகளின் கண்கள் திறக்கப்பட்டு, மிருதுவாயுள்ள அலகு கடினமாகி, இறகு முளைத்து, அவை கள் பறக்கச் சக்தி யடையும் வரையில் கூட்டினுள்ளேயே ஆகார மளிக்கப்பட்டு, விரோதிகளிடமிருந்து காப்பாற்றப் படுகின்றன. வீட்டுக் கோழி, வாத்து, அன்னப்பக்ஷி முத லியவைகளின் குஞ்சுகள் முட்டையிலிருந்து வந்தவுடன் ஓடி இரைதேடக் கூடியவைகளாதலால் அவைகளை விரோதி களிட மிருந்து காப்பாற்றவும், இரை அகப்படக்கூடிய இடங்களுக்கு அழைத்துச்செல்லவும் மட்டும் தாயின் உதவி வேண்டும். இதனால்தான் இந்தப் பக்ஷிகள் அநேக முட்டை களையிட்டு குஞ்சுகளைக் காப்பாற்றுகின்றன. குஞ்சுகள் விரோதிகளிட மிருந்து ஒளிந்து கொள்ளவும், பறக்கவும், ஆகாரத்தைத் தேடிக்கொள்ளவும், நீர் பக்ஷிக் குஞ்சுகள் நீஞ்சவும் தாய்பக்ஷிகளால் கற்றுக்கொடுக்கப்படுகின்றன.

பாலூட்டி வளர்க்கும் பிராணிகளின் பாதுகாப்பு:—எலி, அணில், முயல், நாய், பூனை முதலியவைகளின் குட்டிகள் பிறந்து சில நாட்கள்வரையில் கண்கள் மூடிக்கொண்டும், கால்கள் துவண்டு மிருதுவாயும், தோலின் மேல்ரோமம் இல்லாமலும் இருக்கின்றன. ஆகையால் இவைகள் பொந்து களிலாவது வேறு பத்திரமான இடங்களிலாவது வைக்கப் படுகின்றன. குளம்புள்ள பிராணிகளாகிய ஆடு, மாடு, குதிரை முதலியவை பிறந்தவுடன் பார்க்கவும், நிற்கவும், நடக்கவும் சக்தியுள்ளவை. ஆகையால் அவைகளே ஆகா ரத்தைத் தேடிக்கொள்ளும் வழிகளை கற்பிக்கப்படவேண்டும்.

இந்த சிறு பிராணிகள் தாயின் பாலே வெகுகாலம் உண்டு வளர்கின்றன. கங்காரு தன் குட்டியை தன் அடிவயிற்றி லுள்ள பையில் எடுத்துச்செல்லுகிறது. குரங்கு தன் குட்டியை அடிவயிற்றில் கட்டிக்கொண்டு செல்லுகிறது. பூனே, நாய், சிங்கம் முதலியவை இயற்கையாயுள்ள பொந்துகளில் தங்கள் குட்டிகளே பத்திரமாக மறைத்துவைக்கின்றன. குட்டிகளே விரோதிகளிடமிருந்து காப்பாற்றுவதில் தாய்ப் பிராணிகள் அதிக தைரியத்தையும், ஆக்ரோஷத்தையும் காண்பிக்கின்றன. குட்டிகள் ஆகாரத்தைத் தேடிக்கொள்ளவும், விரோதிகளிடமிருந்து தங்களே காப்பாற்றிக்கொள்ளவும் தாயினுல் கற்பிக்கப்படுகின்றன. குட்டிகளும் ஓடுதல், நீந்துதல், ஆகாரத்தைத் தேடிக்கொள்ளுதல் முதலியவைகளே தாய் செய்வதுபோல் செய்து பழகிக்கொள்ளுகின்றன. தாய் குட்டிகளே நாவினுல் நக்கி சுத்தப்படுத்தி, அவைகளோடு விளேயாடி, தப்பிதம் செய்தால் அவைகளே தண்டிக்கின்றன. இவ்வாறு பாதுகாத்து கற்பிக்கப்படும் காலம் கீழ்தரப் பிராணிகளேவிட உயர் தரப் பிராணிகளில் அதிகம்.

2. தாவரங்கள் உயிருள்ளவை

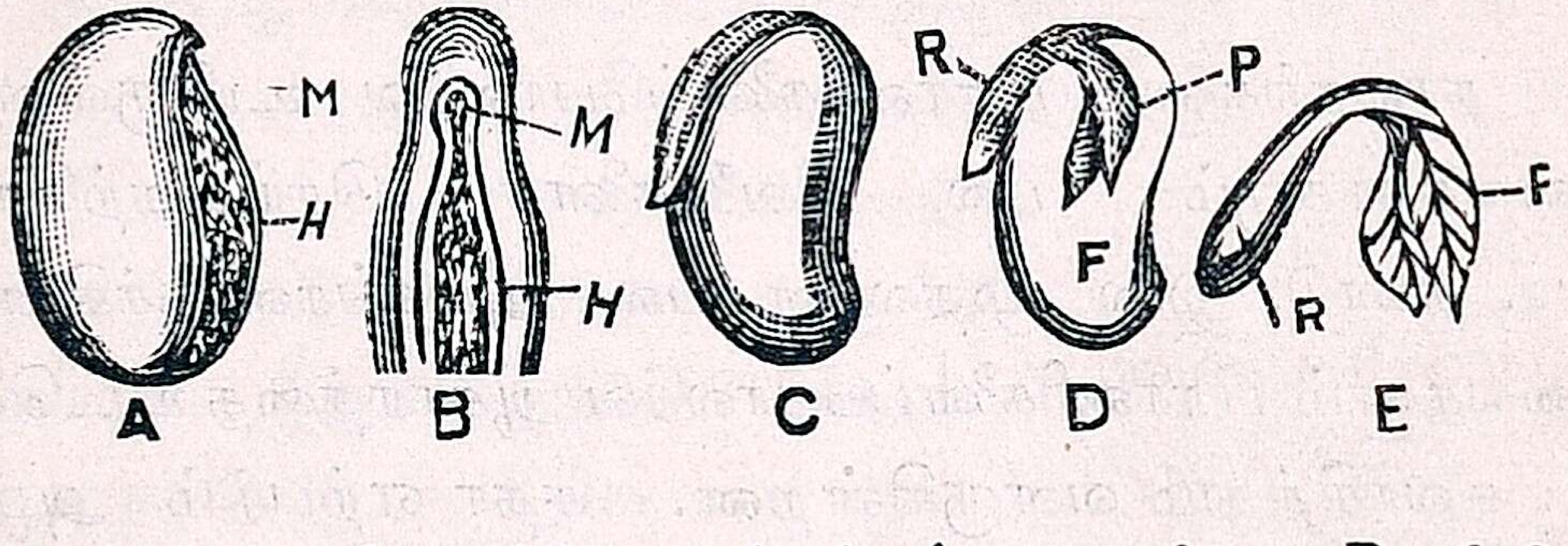
தாவரங்களும் பிராணிகளேப்போலவே உயிருள்ளவை. இவைகளுக்கும் பல வேலேகளேச் செய்வதற்கென்று வேர், தண்டு, இலே முதலான பல அங்கங்களிருக்கின்றன. இவைகளும் பிராணிகளேப்போலவே ஆகாரத்தை உட்கொண்டும், சுவாசித்தும் வளருகின்றன. சதா ஏற்படும் அழிவை சரிப்படுத்திக்கொள்ளுவதுமன்றி இவை தங்கள் இனத்தையும் விருத்திசெய்துகொள்ளுகின்றன. பிராணிகளேப்போலவே தாவரங்களும் வெளித்தூண்டுதலுக்கு இசைந்தபோதிலும் அவ்வாறு அவை இசைந்து உணருதல் கண்ணுக்குப் புலப்

படுவதில்லை. பிராணிகள் அங்குமிங்கும் அலைந்து ஆகாரத்தைத் தேடிக்கொள்ளுகின்றன. தாவரங்களோ தாங்களிருக்குமிடத்திலிருந்தே ஆகாரத்தை பூமியிலிருந்தும், ஆகாயத்திலிருந்தும் கிரகித்துக்கொள்ளுகின்றன. பிராணிகளும், தாவரங்களும் தங்களுக்கு உபயோகமில்லாத அழிவு பதார்த்தங்களை வெவ்வேறு விதங்களில் வெளிவிடுகின்றன.

தாவரங்களின் இலைகள் சூரிய கிரணங்களை கிரகித்துக்கொள்ள விரிவடைந்து சூரிய உஷ்ணம் அதிகமானால் மூடிக்கொள்ளுகின்றன. தொட்டாச்சுருங்கியின் இலைகள் நாம் அவைகளைத் தொட்டவுடன் சுருங்கிக்கொள்ளும். தாவரங்கள் பிராணிகளைப்போலவே படிப்படியாய் வளருவது நமக்குத் தெரியும்.

3. முளைப்பயிரின் ஆகாரம்.

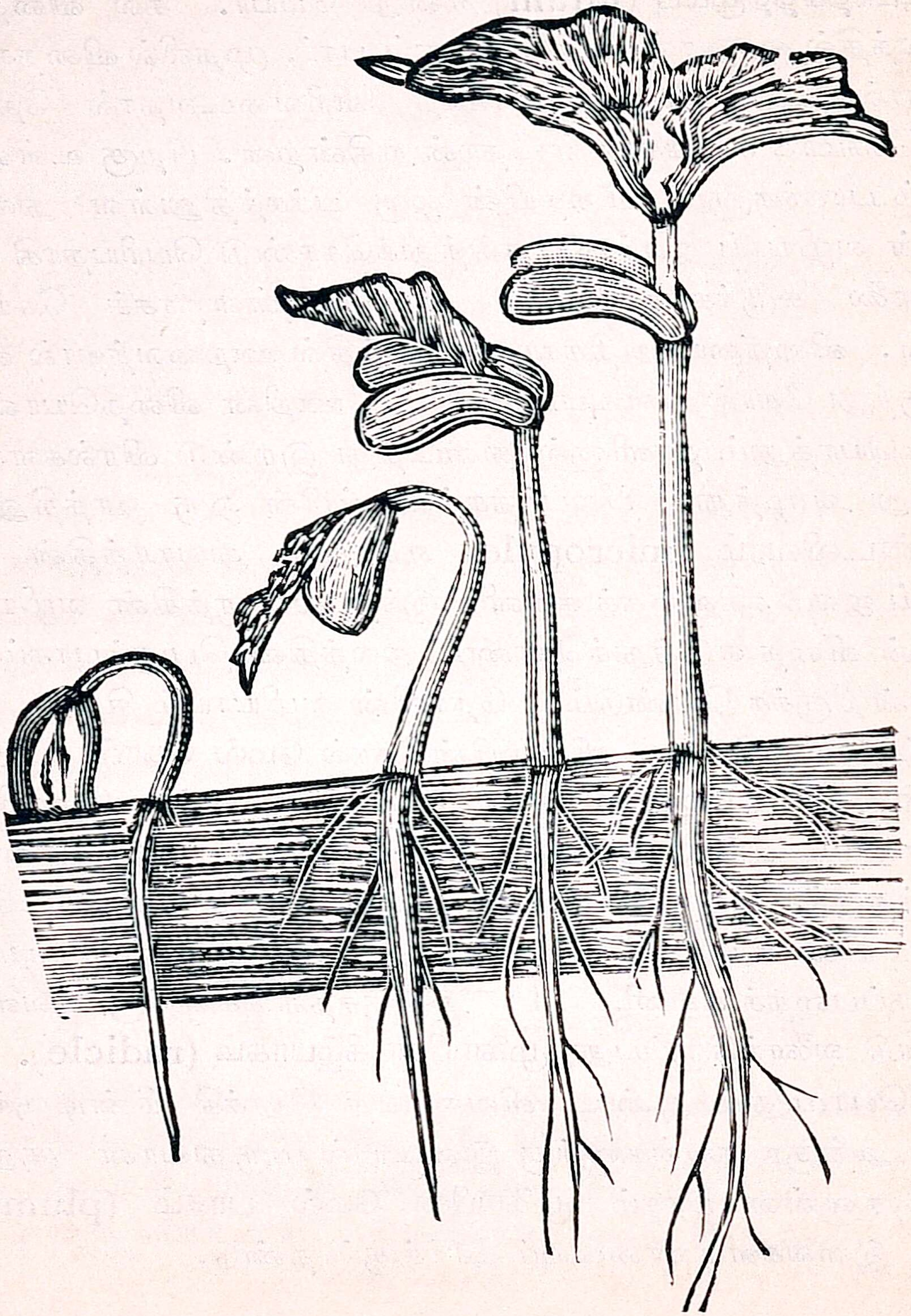
விதையின் பாகங்கள் ப-சோ. 1:—சில அவரை விதைகளை எடுத்துக்கொண்டு அவைகளின் உருவம், நிறம், பருமன் முதலியவைகளைக் கவனி. உயிருள்ள வஸ்துக்களுக்குள்ள அடையாளங்கள் யாதொன்றும் இவைகளுக்கு இருப்பதாகத் தெரிவதில்லை. ஆனாலும் இவைகளுள் உயி



படம். 3. அவரை விதையின் பாகங்கள். A. முழுவிதை. B. விளிய்பு. C. மேல்தோல் நீக்கப்பட்ட விதை. D. விதையின் ஒரு அங்குரதளம் நீக்கப்பட்டது. E. முளை. F. அங்குரதளம். H. பீஜபந்தகத் தழும்பு. M. அண்ட விவரம். R. முளையின் அடிபாகம். P. முளையின் மேல் பாகம்.

ரின் மூலப்பொருளிருக்கின்றது. விதை காயுடன் சேர்ந்திருந்த பாகம் சற்று வெளுத்திருப்பதைக் கவனி. இதற்கு பீஜபந்தகத்தழும்பு (hilum) என்று பெயர். சில விதைகளை ஜலத்தில் ஒருநாள் ஊறவைத்துப் பார். முதலில் விதைகளின் தோல்மட்டும் அதிகமாக ஊறி விரிவடைவதால் தோலில் அநேகமாக சுருக்கங்கள் தோன்றுகின்றன. பிறகு உள்ளிருக்கும் பாகங்களும் விதையின் ஒரு பக்கத்திலுள்ள துவாரத்தின் வழியாய் ஜலத்தை எடுத்துக்கொண்டு பெரியதாகி மேல் தோலை சுருக்கங்களில்லாத சமபரப்புள்ளதாகச் செய்கின்றன. விதையை அதிககாலம் ஜலத்தில் ஊறவைத்தால் விதை பருத்து தோல் பிளவுபட்டுவிடும். ஊறின விதையொன்றை மையொத்தும் தாளினல் துடைத்து இரண்டு விரல்களாலும் சற்று அழுத்து. பீஜபந்தகத்தழும்பின் ஒரு ஓரத்திலுள்ள அண்டவிவரம் (micropyle) என்னும் துவாரத்தின் வழியாய் ஜலம் கசிவதைக் கவனி. இந்த துவாரத்தின் வழியாய்த் தான் விதை எடுத்துக்கொண்ட ஜலத்தின் பெரும்பாகம் உட்சென்றிருக்க வேண்டும். தோலின் வழியாயும் சிறிது ஜலம் உட்செல்லுகிறது. விதையின்தோல் மேல் தோல் (testa), உள் தோல் (tegmen) என இருவகைப்படும். தோலினுள் இரண்டு அங்குரதளங்கள் (seed-leaves) இருக்கின்றன. இத்தளங்களுக்கு இடையில், அவை சேர்ந்திருக்குமிடத்தில், செடியின் சிறு முளை யிருக்கிறது. இதில் மூன்று பாகங்களிருப்பதைக் கவனி. (1) அங்குரதளங்களுக்கு வெளியில் நீண்டு வளர்ந்திருப்பது முளையின் கீழ்பாகம் (radicle). இது எப்பொழுதும் அண்ட விவரத்தை நோக்கி நீண்டிருக்கும். (2) அங்குர தளங்களுக்கு இடையில் மிருதுவான குறுத்து இலைகளுள்ள பாகம் முளையின் மேல் பாகம் (plumule). (3) இவைகளிரண்டையும் சேர்க்கும் தண்டு.

விதை முளைத்தல். ப-சோ. 2:—சில அவரை விதைகளை ஈர மண்ணிலாவது, ஜாடியில் வைக்கப் பட்டிருக்கும்



படம் 4. அவரை விதை முளைத்தல்.

ஈர வடிதாளினிடையிலாவது வை. விதைகளின் மேல் போர்வை வெடித்து சிறுவேர் வெளி வருகிறது. இது கீழ்ப் புறமாகவே சிறுகச் சிறுக வளர்ந்து ஆணி வேராகி மயிர்க் கால்களைப்போன்ற அநேக கிளை வேர்களை விடுகிறது. தண்டு கொக்கியைப்போல் வளைந்துகொண்டே நீண்டு முளையின் மேல்பாகத்துடன் மேலே வளருகிறது. தண்டு இவ்வாறு வளைந்திருப்பது அது பூமியைப் பிளந்துகொண்டு மேலே வருவதற்கு அநுகூலமாயிருக்கிறது. முளையின் மேல்பாகம் பூமிக்குமேல் வந்தவுடன் தண்டின் வளைவு நீங்கி, அங்குர தளங்கள் விரிந்து ஒரு ஜதை குறுத்து இலைகள் வெளி வருகின்றன. இப்பொழுது இச்சிறு செடிக்கு பூமியிலிருந்து ஆகாரத்தை எடுத்துக்கொள்ளும் சக்தி கிடையாது. அங்குர தளங்களும், இலைகளும் சிறுகச் சிறுக பசுமைநிற மடைகின்றன. அங்குர தளங்களிலிருக்கும் ஆகாரத்தை எடுத்துக்கொண்டு செடி வளர்ந்து தளங்களிலிருக்கும் ஆகாரம் முழுவதும் கொஞ்சங் கொஞ்சமாக உபயோகப்படுத்தப்பட்டவுடன், தளங்கள் சுருங்கி, கடைசியில் விழுந்துவிடுகின்றன. இதற்குள்ளாக செடி தன்னுடைய ஆகாரத்தை பூமியிலிருந்தும், வாயுவிலிருந்தும் எடுத்துக்கொள்ள சக்தியுடையதாகிறது. இதுதான் செடியின் வளர்ச்சியில் முதற்படி.

வித்தினுள்ளிருக்கும் உயிர்ப்பொருள் :—ஈர மண்ணில் விதை விதைத்த சில நாட்களுக்குப் பிறகு, சிறு செடி ஈர மண்ணைப் பிளந்துகொண்டு மேலே சுறுசுறுப்பாக வருவதை முன் பார்த்தோம். ஆகையால் இது உயிருள்ள வஸ்துவென்று தெரிகிறது. இந்த உயிர்ப்பொருள் விதையில் முன்னமேயே இருந்திருக்கவேண்டும். ஆனாலும் உலர்ந்த விதையில் உயிர்ப்பொருள் இருப்பதாக நமக்குத் தெரிவதில்லை. ஈர மண்ணின் உதவியினால் மறைந்திருந்த உயிர்ப்

பொருள் வெளித்தோன்றுகிறது. ஆகையால் விதையில் மறைந்திருக்கும் உயிர்ப்பொருள் சௌகரியமான சந்தர்ப்பங்களில் மேற்சொன்னபடி வெளிவருகிறது என்று தெரிந்து கொள்ளுகிறோம். ஈரம், உஷ்ணம், வாயு, ஆகாரம், வெளிச்சம் முதலியவை விதை முளைப்பதற்கு அவசியம்.

4. நிலமும் தாவரங்களின் ஆகாரமும்.

ஆகாரத்தின் பிரயோஜனம் :—தாவரங்கள் வளர்வதற்கும் அவைகளில் சதா ஏற்படும் அழிவுகளைச் சரிப்படுத்திக் கொள்ளவும் ஆகாரம் தேவை. செடிகளில் இடைவிடாது மாறுதல்கள் ஏற்படுகின்றன. இலைகள் உதிர்ந்து புதிய இலைகள் உண்டாவதும், செடியின் எல்லா பாகங்களும் வளர்வதும் நமக்குத் தெரிந்த விஷயங்களே. தாவரங்கள் செழித்து உயிருடன் இருக்கவேண்டுமானால் அவை பூமியிலிருந்தும், வாயுவிலிருந்தும் ஆகாரத்தை எடுத்துக்கொள்ளவேண்டும். ஜலம் பூமியில் ஊறி, அதிலுள்ள உப்புகளை கரைத்துக் கொண்டு, மண் துளிகளிடையில் பரவி இருந்து, தாவரங்களுக்கு உணவாகின்றது. வேர்த்தூய்கள் இந்த ஜலத்தை எடுத்துக்கொண்டு செடிகளுக்குக் கொடுக்கின்றன. மணல், சரளை இவைகளுள்ள தரையில் ஜலம் வெகு ஆழத்திலும், களிமண் தரையில் ஜலம் மேலாகவுமிருக்கும்.

தாவரங்களிலுள்ள வஸ்துக்கள் :—வளரும் செடி ஒன்றை பிடுங்கி அதை பாத்திரத்தில் வைத்து காய்ச்சினால் அதன் பளுவில் பெரும் பாகம் ஜலமாக வெளிச்செல்லுகிறது. இந்த ஜலத்தை பூமியிலிருந்து வேர்களின் வழியாய்ச் செடி எடுத்துக் கொண்டிருக்கவேண்டும். ஜலம் முழுவதும் வெளிச்சென்ற பிறகு பாத்திரத்தில் தங்கி நிற்பது செடியின் காய்ந்த பாகம் மட்டுந்தான். காய்ந்த பாகத்தை ஜாக்கிரதையாய் எரிய

வைத்தால், பல பதார்த்தங்கள் நீராவியாகவாவது, வாயுக்களாகவாவது சென்று கொஞ்சம் சாம்பல் மட்டும் தங்குகிறது. பூமியில் ஜலத்துடன் கரைந்துள்ள பதார்த்தங்கள் செடிகளால் உபயோகப்படுத்தப்பட்டு அவைகளின் பலபாகங்களில் சேர்த்து வைக்கப்பட்ட வஸ்துக்கள்தான் சாம்பலாக மாறுகின்றன. சாம்பலிலுள்ள கனிஜங்கள் (**minerals**) ஆகிய பொட்டாஷியம், ஸோடியம் இவைகளின் கார்பனேட்டுகள் (**carbonates**), சிலிகன் ஆக்ஸைட் (**silicon oxide**), அம்மோனியம், பொட்டாஷியம், கால்சியம் இவைகளின் சல்பேட்டுகள் (**sulphates**), கால்சியம் பாஸ்பேட் (**calcium phosphate**) முதலியவைகளே பூமியிலிருந்து செடி எடுத்துக் கொள்ளுகிறது.

உலர்ந்த மரத்தின் தண்டை மூடிய பாத்திரத்தில் வாயு உள்செல்லாமலிருக்கும்படி செய்து காய்ச்சினால் கரி தங்குகிறது. இந்த கரியை வாயுவிலுள்ள கரியமிலவாயுவிலிருந்து செடி எடுத்துக்கொள்ளுகிறது என்று பின்பு தெரிந்துகொள்வோம். எரியும்பொழுது இந்த கரி முழுவதும் வாயுவிலுள்ள பிராணவாயுவுடன் சேர்ந்து கரியமிலவாயுவாக மாறி வெளிச்செல்லுகிறது. செடியை எரிக்கும்பொழுது ஜலமாகவாவது, அம்மோனியாவாகவாவது மற்ற வாயுக்களுடன் வெளிச்செல்லும் பிராணவாயு, ஹைட்ரஜன் வாயு (**hydrogen**), வெடியுப்பு வாயு (**nitrogen**) முதலிய மூலப் பொருள்கள் தாவரத்தின் முக்கிய தாதுவான கரியுடன் சேர்ந்திருக்கின்றன.

இந்த மூலப்பொருள்கள் வாயுவிலிருந்தும், பூமியிலிருந்தும் எடுத்துக்கொள்ளப்படுகின்றன. மேற்சொன்ன நான்கு மூலப்பொருள்கள் தனித்திராமல் (1) மாவுப் பொருளாகிய தரசமாகவும் (**carbohydrates or starch**), (2) வெடியுப்பு

வாயு சேர்ந்து உண்டான சத்துப் பொருளாகிய புரதமாகவும் (proteid) இருக்கின்றன. மேற்குறித்த ஆகாரப் பொருள்கள் தாவரங்களால் அதிகமாக தயாரிக்கப்பட்டு உபயோகப் படுத்தப்பட்டது போக மீதிபாகம் அவைகளின் பல அங்கங்களில் சேர்த்துவைக்கப்படுகின்றன. இவை பின்பு தாவரங்களால் உபயோகப்படுத்தப்படுவது மன்றி பிராணிகளுக்கும் ஆகாரமாகின்றன.

நிலம்:—தாவரங்கள் வளருவதற்குத் தகுதியான பதார்த்தங்களை உடைய பூமியின்மேல் பரப்புதான் நிலம். நிலத்தின் ஆழம் சில அங்குலங்கள் முதல் பல அடிகள்வரையில் வேறுபட்டிருக்கும். தாவரங்களின் வளர்ச்சியாலும் தக்கபடி உழுது பண்படுத்துவதாலும் நிலத்தின் ஆழத்தை அதிகரிக்கலாம். தாவரங்கள் வளருவதற்கு தகுந்த நிலம் கீழ்கண்ட ஐந்து முக்கிய அம்சங்களுடையது. அவை (1) பொடியாக்கப்பட்ட பாறையின் சிறு தூள், (2) நிலத்தின் ஈரம், (3) நிலத்திலுள்ள வாயு, (4) அழுகின ஜீவப்பொருள்கள், (5) ஜீவலங்களும் மற்ற நுட்பமான பிராணிகளும் ஆகும்.

பாறை பொடியாதல்:—மழை, காற்று, சூரிய உஷ்ணம், பனி, ஓடும்ஜலம் இவைகளினல் பாறை கொஞ்சங்கொஞ்சமாக தேய்ந்து பொடியாக்கப்படுகின்றது. தாவரங்களின் வேர்கள் பாறைகளிலுள்ள சந்து பொந்துகளில் நுழைவதாலும், தாவரங்களினல் உண்டாக்கப்படும் அமிலங்கள் (acids) சிலவகைப் பாறைகளில் ரசாயன மாறுபாட்டை உண்டாக்குவதாலும் பாறை பலவேறு பருமனுள்ள பொடியாக மாறுகிறது. கவனிக்கும்பொழுது நிலத்தின் மேல்பாகம் சிறிய தூள்களுள்ளதாயும் கீழே செல்லச்செல்ல தூள்களின் பரு

மன் அதிகரித்து அடியில் தூளாக்கப்படாத பாறையாயும் இருக்கிறது.

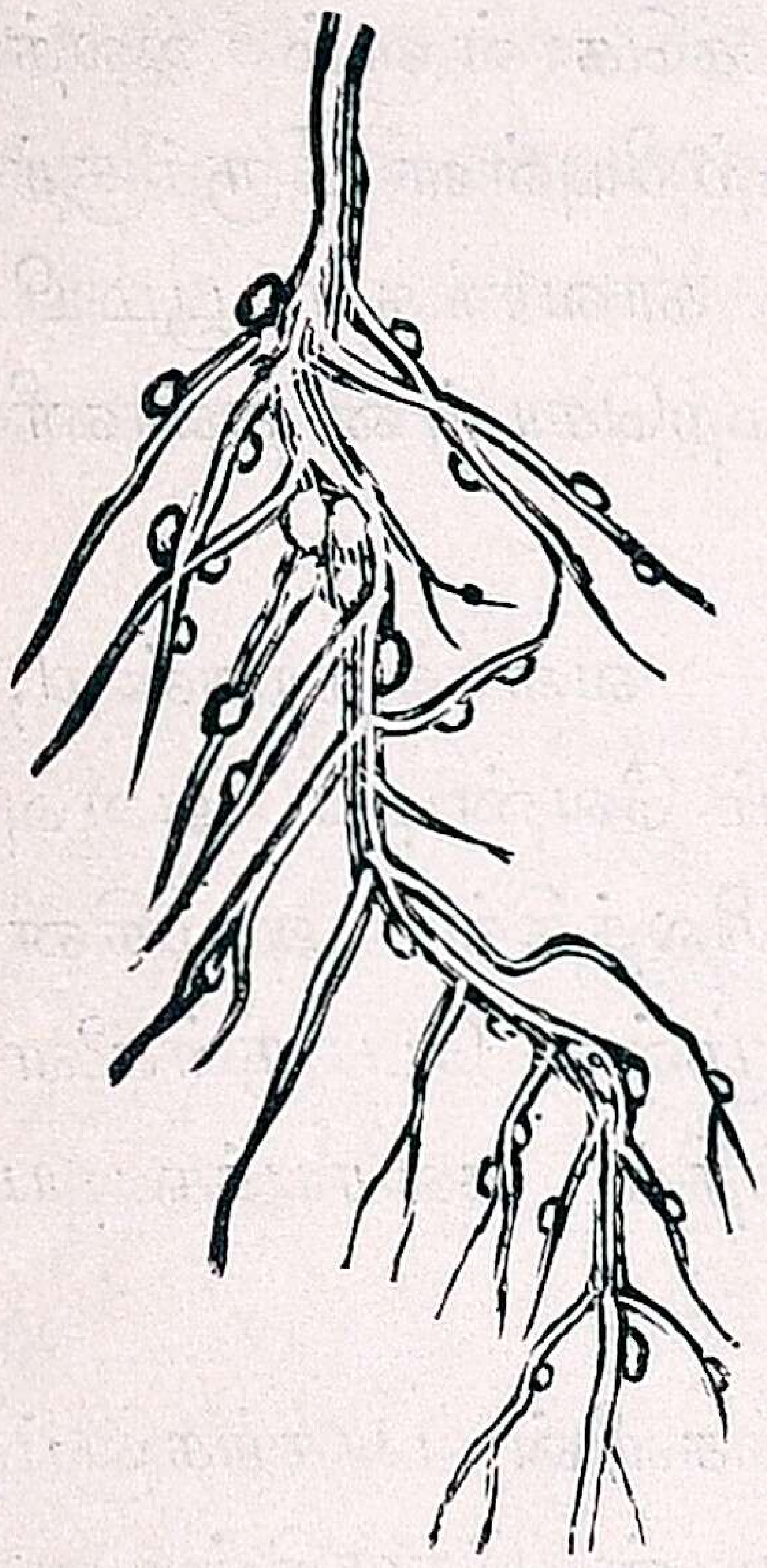
நிலத்தின் ஈரம்:—ஒரு வஸ்துவை ஜலத்தில் தோய்க்கும் பொழுது அதன் மேல்பரப்பில் ஒட்டிக்கொள்ளும் ஜலத்தைப்போல் நிலத்தின் மண் துளியைச் சுற்றியுள்ள நீருக்குத் தான் நிலத்தின் ஈரம் என்று பெயர். தாவரங்கள் பூமியிலிருந்து எடுத்துக்கொள்ளும் ஆகாரம் மேற்சொன்ன தண்ணீரில்தான் கரைந்திருக்கிறது.

நிலத்திலுள்ள வாயு:—தாவரங்கள் வளர்வதற்கன்றி, நிலத்திலுள்ள ஜீவலங்கள் வளர்வதற்கும் வேண்டிய அளவு வாயு அவசியம். இந்த ஜீவலங்கள் நிலத்தில் அழுகின தாவர சம்பந்தமும் பிராணி சம்பந்தமுமுள்ள பொருள்களை தாவரங்கள் உட்கொள்ளுவதற்கு ஜலத்தில் கரையக்கூடிய வஸ்துக்களாக மாற்றுகின்றன.

அழுகின ஜீவப் பொருள்:—தாவரங்களின் பாகங்களும் பிராணிகளும் நிலத்தில் அழுகி மண்ணுடன் சேருகின்றன. இவைகளின் சாரம் ஜலத்தில் கரைந்து தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்கு உபயோகப்படுகிறது. மண்ணிலிருக்கும் இப்பதார்த்தங்கள் மண்ணை தளரச்செய்து, ஜலம், வாயு இவை உட்செல்ல சௌகரியப்படுத்துகின்றன.

மண்ணிலுள்ள ஜீவலங்கள்:-மண் உயிர்பொருளுள்ளது. அது நமக்கு உபயோகமான பல ஜீவலங்கள் நிறைந்துள்ளது. இந்த ஜீவலங்கள் பாறைத் துளிகளிலுள்ள கனிஜப் பொருள்களை மாற்றி தாவரங்களுக்கு உபயோகமாயுள்ள வெடியுப்பு வாயு சம்பந்தமுள்ள நைட்ரேட்டு (nitrates) களாக மாற்றுகின்றன. தளர்ந்த மண்ணிலிருக்கும் வாயுவிலுள்ள வெடியுப்பு வாயுவை நைட்ரேட்டுகளாக மாற்றி நிலத்தை அவை உரப்படுத்துகின்றன.

தாவரங்கள் வளர்வதற்கு வேண்டிய வெடியுப்பு வாயு:— செடிகள் வளர்வதற்கு வெடியுப்பு வாயு தேவை. பூமியிலுள்ள கனிஜ உப்புகளிலிருந்து வேர்களின் மூலமாக வெடியுப்பு வாயுவை நைட்ரேட்டு (nitrates) களாக செடிகள் எடுத்துக் கொள்ளுகின்றன. சில செடிகள் வேறுவிதமாகவும் தேவையான அளவு வெடியுப்புவாயுவை எடுத்துக்கொள்ளுகின்றன. அவரை, பட்டாணி முதலிய காய் தானியச் செடிகளை வேருடன் பிடுங்கி பரிக்ஷித்துப் பார்த்தால் அவ் வேர்களில் முடிச்சுபோன்ற அநேக நெருடுகள் (nodules) இருக்கின்றன. இவை அநேக நுட்பமான செடிக் கிருமிகளிருக்குமிடம். இவை தளர்ந்த மண்ணுக் கிடையிலுள்ள வாயுவிலிருந்து வெடியுப்பு வாயுவை கிரகித்துக்கொள்ளும் சக்தியுள்ளவை. இவை இந்த வாயுவை நைட்ரேட்டுகளாக மாற்றி, பூமியின் மண்ணுடன் அவைகளைச் சேர்த்து, அதை உரப்படுத்துகிறது. இக்காரணத்தால்தான் காய் தானியங்களையும் மற்ற கதிர் தானியங்களையும் மாற்றி மாற்றி பயிர் செய்வது நலம் என்று சொல்லுகிறார்கள்.



படம் 5. வேரிலுள்ள முடிச்சுகள்.

5. தாவரங்களும் பிராணிகளும் ஒன்றுக்கொன்று செய்யும் உதவி.

தாவரங்களும் பிராணிகளும் ஒன்றையொன்று சார்ந்து இயற்கையில் ஒரு சமத்துவத்தை ஏற்படுத்துகின்றன. அநேகமாய் பிராணிகள் தாவரங்களைவிட, அதிக சுறுசுறுப்புள்

ளவை. ஆகையால் அவைகளின் வாழ்க்கையும் அதிக துரித மானது. தாவரங்கள் சுலபமாய் கிடைக்கக்கூடிய பதார்த் தங்களை உட்கொண்டு ஜீவிக்கின்றன. அவை சூரிய கிரணங் களின் சக்தியை பிராணிகளின் ஆகாரத்திலுள்ள சக்தியாக மாற்றுகின்றன. இந்த சக்திதான் தாவரங்கள் எரியும் பொழுது நாம் உபயோகிக்கும் உஷ்ண சக்தியாக மாறுகிறது. பிராணிகள் தாவரங்களையோ அல்லது தாவரங்களைப் புசித்து வளரும் பிராணிகளையோ உண்கின்றன. ஆகையால் தாவரங் களைப்போல் பக்குவமற்ற சாதாரண வஸ்துக்களை பக்குவ மான ஆகாரமாக மாற்றிக்கொள்ளும் சிரமம் பிராணிகளுக்கு இல்லை. பிராணிகள் நகர்ந்து செல்லும்பொழுதும், வேலை செய்யும்பொழுதும் உண்டாகும் ஜலம், அமோனியா, கரிய மில வாயு, நைட்ரேட்டுகள் முதலிய கழிவுப் பொருள்களை தாவரங்கள் உபயோகிக்கின்றன. பிராணிகள் இறந்தாலும் தாவரங்களுக்கு உபயோகமான மேற்சொன்ன வஸ்துக்கள் அவைகளிலிருந்து கிடைக்கின்றன.

தாவரங்களும், பிராணிகளும் உயிருள்ளவை. ஆகை யால் அவை சுவாசித்தல் அவசியம். ஆனால் சூரிய வெளிச் சத்தில் தாவரங்கள் மாத்திரம் வாயுவிலுள்ள கரியமில வாயுவை எடுத்துக்கொண்டு, அதைப் பிரித்து, கரியை செடி வளருவதற்கு உபயோகித்துக்கொண்டு, பிராண வாயுவை வெளிவிடுகின்றன. இச்செய்கை சுவாசித்தலுக்கு எதிரிடை யானது.

பிராணிகளின் ஆகாரம் பெரும்பாலும் தாவரங்களி லிருந்தே கிடைக்கின்றது. ஆகாரமன்றி அவைகள் வசிக்கும் இடமும் தாவரங்களாலேயே ஏற்படுகிறது. காட்டு மிருகங் கள் காடுகளில் மர நிழல்களிலும், இருளடைந்த புதர்களி லும் மறைந்து வசிக்கின்றன. பக்ஷிகள் அநேகமாய் தங்கள் கூடுகளை மரக்கிளைகளில் கட்டுகின்றன. குரங்குகள் வசிக்கு

மிடம் மரங்கள்தான். ஆகாரம், உடை, வீடு முதலியவை களுக்கு மனிதன் தாவரங்களை உபயோகிக்கிறான். கொயினா, சுக்கு, மிளகு, வேம்புபோன்ற மருந்து சாமான்களும் சணல், பருத்திபோன்ற உடுப்பு வஸ்துக்களும் அகில், சந்தணம் முதலிய வாசனைத் திரவியங்களும் தாவரங்களிலிருந்தே கிடைக்கின்றன. கயிர், காகிதம், கட்டில், மேஜை முதலிய சாமான்களையும் தாவரங்களிலிருந்து நாம் செய்துகொள்ளுகிறோம்.

தாவரங்களோ தங்கள் வளர்ச்சிக்கு வேண்டிய கரி, உப்பு-வாயு சம்பந்தமான வஸ்துக்கள் முதலியவைகளை பிராணிகளிடமிருந்தே பெறுகின்றன. பிராணிகள் சுவாசிக்கும் பொழுது வெளிவிடும் கரியமில வாயுவையும், அவைகளின் கழிவுப் பொருள்களிலுள்ள வெடியுப்புவாயு சம்பந்தமான வஸ்துக்களையும் தாவரங்கள் அடைகின்றன. குடியானவன் பயிரிட உபயோகிக்கும் எரு முக்கியமாக பிராணி சம்பந்தமுள்ள வஸ்துதான். பூமியிலுள்ள மண்ணுணிப் புழுக்கள் மண்ணைப் பரிப்பதால் அது தளர்த்தப்பட்டு தாவரங்கள் வளருவதற்கு அநுகூலமாகிறது.

6. பிராணிகளின் ஆகாரமும் ஆகார உறுப்புகளும்.

பிராணிகள் ஜீவித்திருக்கவும், அவைகளின் வளர்ச்சிக்கும், அவைகளில் ஏற்படும் அழிவுப் பொருள்களைச் சரிக்கட்டவும், அவைகளின் அங்கங்கள் வேலை செய்வதற்கு வேண்டிய சக்தி உண்டாக்கவும் ஆகாரம் தேவை. ஆகாரம் பிராணிகளுக்குத் தக்கவாறு வித்தியாசப்படுகிறது. அணில், தேனீ, பசு, ஆடு, குதிரை, ஒட்டகம், யானை, குரங்கு முதலியவை தாவர சம்பந்தமான வேர், கொட்டை, புல், இலை, தானியங்கள், பழம், தேன் இவைகளை உண்டு ஜீவிக்கின்றன. ஆனால் சிங்கம், புலி, பூனை, ஓநாய், நாய், தவளை, பாம்பு முதலியவை வேறு சிறு பிராணிகள், மாமிசம், இரத்தம் இவைகளைத் தின்று

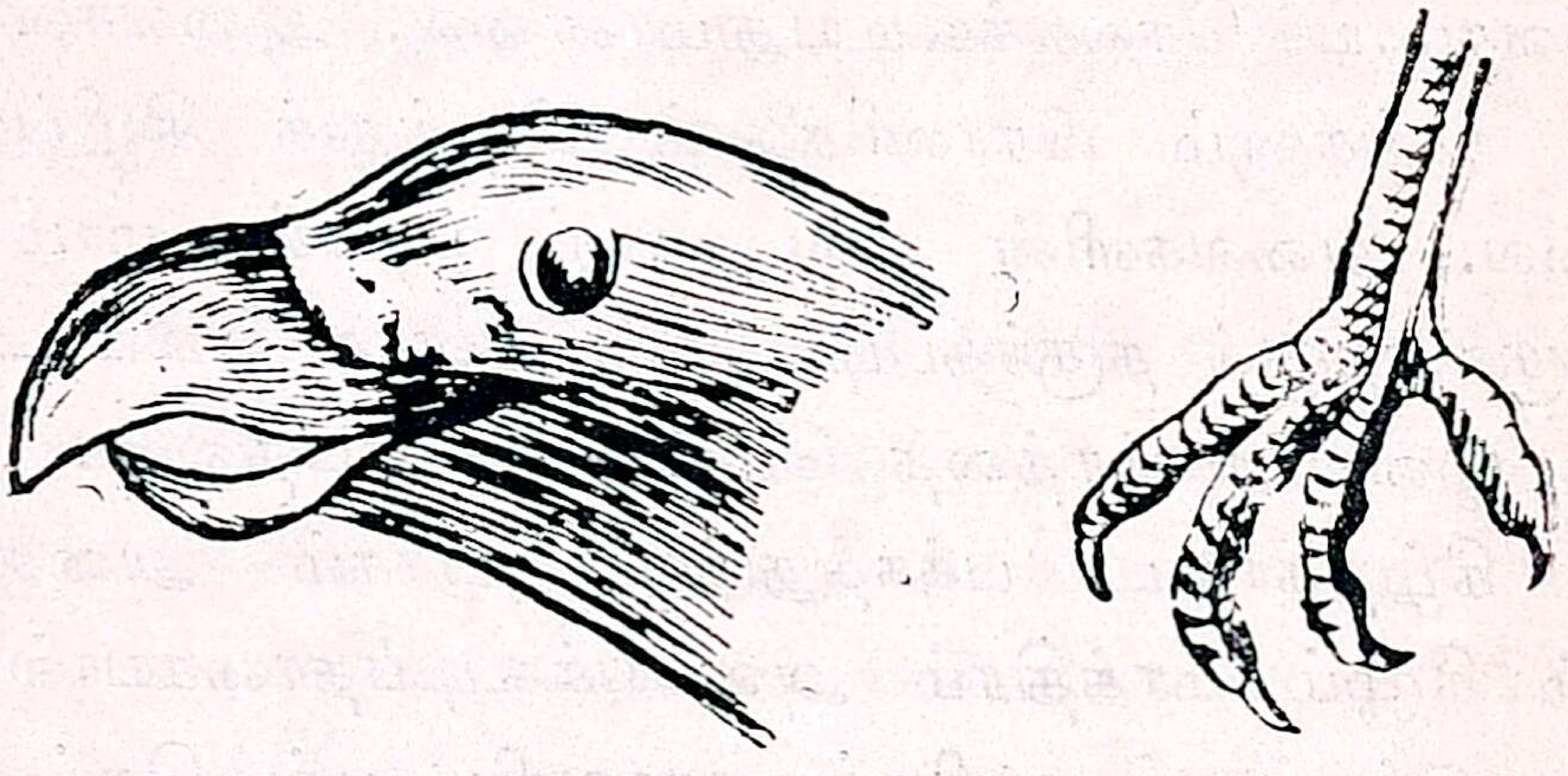
ஜீவிக்கின்றன. சில பக்ஷிகள் பழங்களையும், தானியங்களையும் மட்டுமே தின்று ஜீவிக்கின்றன. மற்றும் சில பக்ஷிகள் புழு, பூச்சிகளைத் தின்று வசிக்கின்றன. கருடன், கிளி, காக்கை, கழுகு, குருவி, வௌவால் இவைகளின் ஆகாரம் என்ன?

தாவர வஸ்துக்களை உண்டு வசிக்கும் பிராணிகளுக்கு சாக பக்ஷணிகள் (**herbivorous animals**) என்றும், மாமிசத்தை தின்று ஜீவிக்கும் பிராணிகளுக்கு மாமிச பக்ஷணிகள் (**carnivorous animals**) என்றும் பெயர். சாக பக்ஷணிகளாகிய யானை, ஒட்டகம், பசு, குதிரை முதலிய பிராணிகளுக்கு பற்கள் கடிக்கவும், மெல்லவும் ஏற்றவாறு இருக்கின்றன. அவைகளின் கடைவாய்ப் பற்கள் அரைத்தலுக்கு சௌகரியமாக அகன்றும் வலுத்துமிருக்கின்றன. அவைகளின் கீழ் தாடைகள் கீழும் மேலுமாயும், பக்கத்துக்குப் பக்கமாயும் நகரக்கூடியன. மாமிச பக்ஷணிகளாகிய சிங்கம், புலி, ஓநாய் முதலிய பிராணிகள் குரூரமானதும், பலமுள்ளதும், வேகமாய்ச் செல்லக்கூடியதுமானவை. அவைகளின் பற்களும், நகங்களும் பிராணிகளைப் பிடித்துக் கிழிப்பதற்கு ஏற்றவை. அவைகளின் கடைவாய்ப் பற்கள், மாமிசத்தை விழுங்குவதற்குத் தகுந்தபடி துண்டுகளாக வெட்டத்தகுந்தவை. இவை ஆகாரத்தை மென்று தின்பதில்லை. இவைகளின் கீழ்த்தாடை பக்கத்துக்குப் பக்கம் அசையாமல், மேலும் கீழும் மாத்திரம் அசையக்கூடியதாகையால் ஆகாரத்தை இந்தப் பிராணிகள் நழுவவிடாமல் கெட்டியாய்ப் பிடித்துக்கொள்ளுகின்றன. இவைகளின் வெட்டும் பற்கள் சிறுத்து வலுவில்லாததால், அவைகளால் இந்த பிராணிகளுக்கு அதிக உபயோகமில்லை. இவைகளின் கோரப் பற்கள் (**canine teeth**) நீண்டு வளர்ந்தும் நாக்கு சொறசொறப்பாயும் இருக்கின்றன. அரம்போன்ற நாக்கினல் இந்தப் பிராணிகள் எலும்புகளில் ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும் மாமி

சத்தை சுலபமாய் சுரண்டுகின்றன. மனிதன், கரடி, வௌவால், நாய், பூனை முதலியவை இரண்டுவகை ஆகாரங்களையும் உண்டு ஜீவிக்கும் சர்வ பக்ஷணிகள் (omnivorous animals).

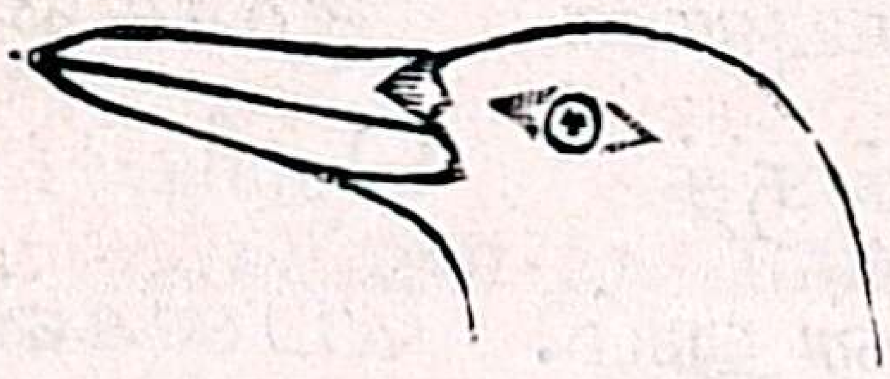
பக்ஷிகளுக்கு பற்களாவது உதடுகளாவது கிடையாது. இவைகளுக்குப் பதிலாக கடினமானதும் இலேசானதுமான அலகு இருக்கிறது. அலகு பக்ஷியின் ஆகாரத்திற்கு தகுந்தாற்போல் அமைந்திருக்கிறது. இதனால் மாமிசத்தை கொத்திக் கிழித்தும், தானியங்களை கொத்தியும் அது விழுங்கும். பக்ஷிகளுக்கு பற்களில்லாததினால் அவை ஆகாரத்தைவிழுங்குகின்றன.

ராஜாளி, கழுகு, கருடன், ஆந்தை இவைகளுக்கு மாமிசத்தைப் பிடித்து கிழிக்கக்கூடியதும், வலுத்து, கூர்மையாயும் வளைந்துமுள்ள அலகு உண்டு. மேல் அலகு கீழ் அலகைவிட நீண்டிருக்கிறது. இவைகளைக்கொண்டு இறந்த



படம் 6. மாமிச பக்ஷணியின் அலகும் காலும்.

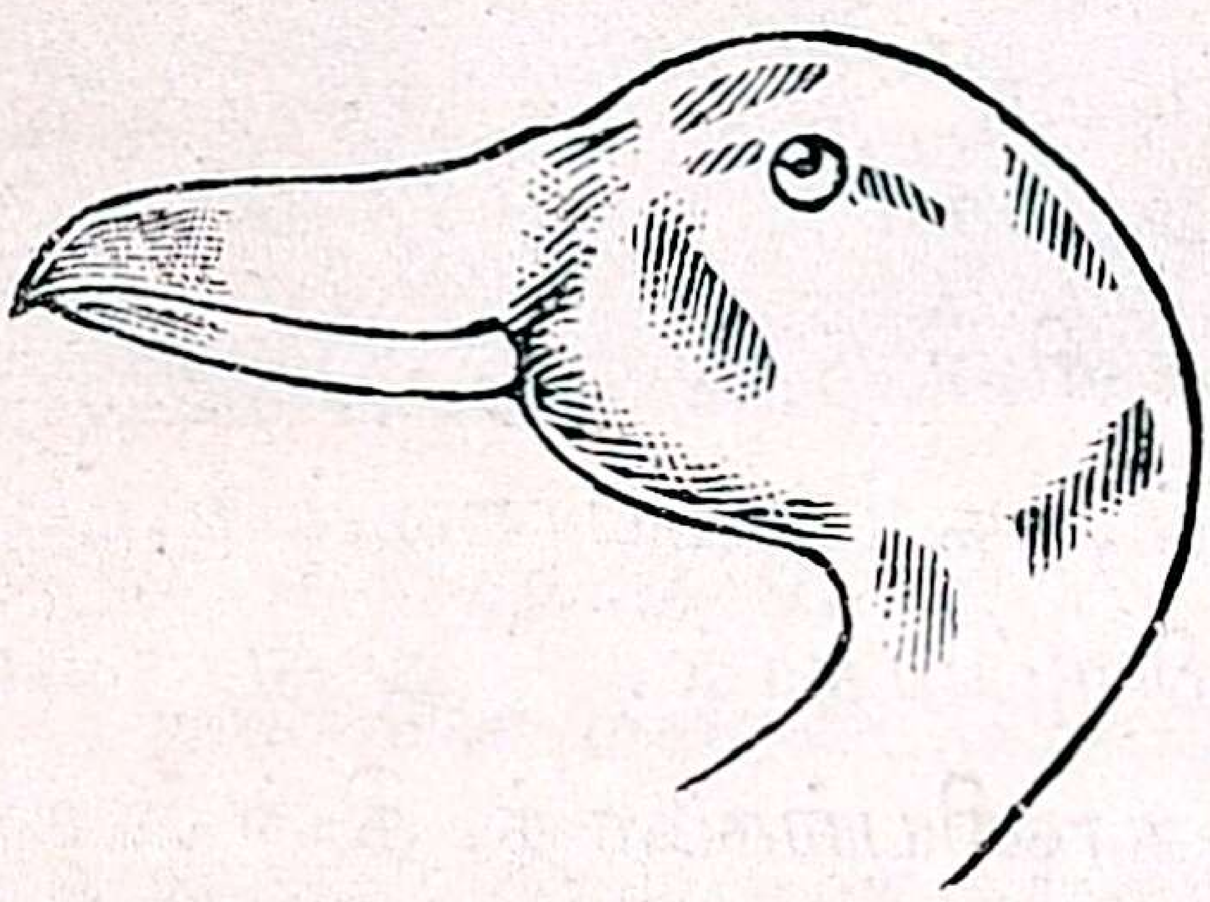
பிராணிகளையும், எலி, சிறு பக்ஷி முதலியவைகளையும் அது கிழித்து விழுங்கும். இவைகளின் வலுத்த கால்களிலுள்ள நகங்கள் கூர்மையாயும், வளைந்தும் வலுத்துமிருப்பதால் ஆகாரத்தைப் பிடித்து தூக்கிச் செல்லவும், அதைக் கிழிக்கவும் அவை உபயோகப்படுகின்றன. இந்தப் பக்ஷிகளுக்குக்



படம் 7(a). காக்கையின் அலகு.

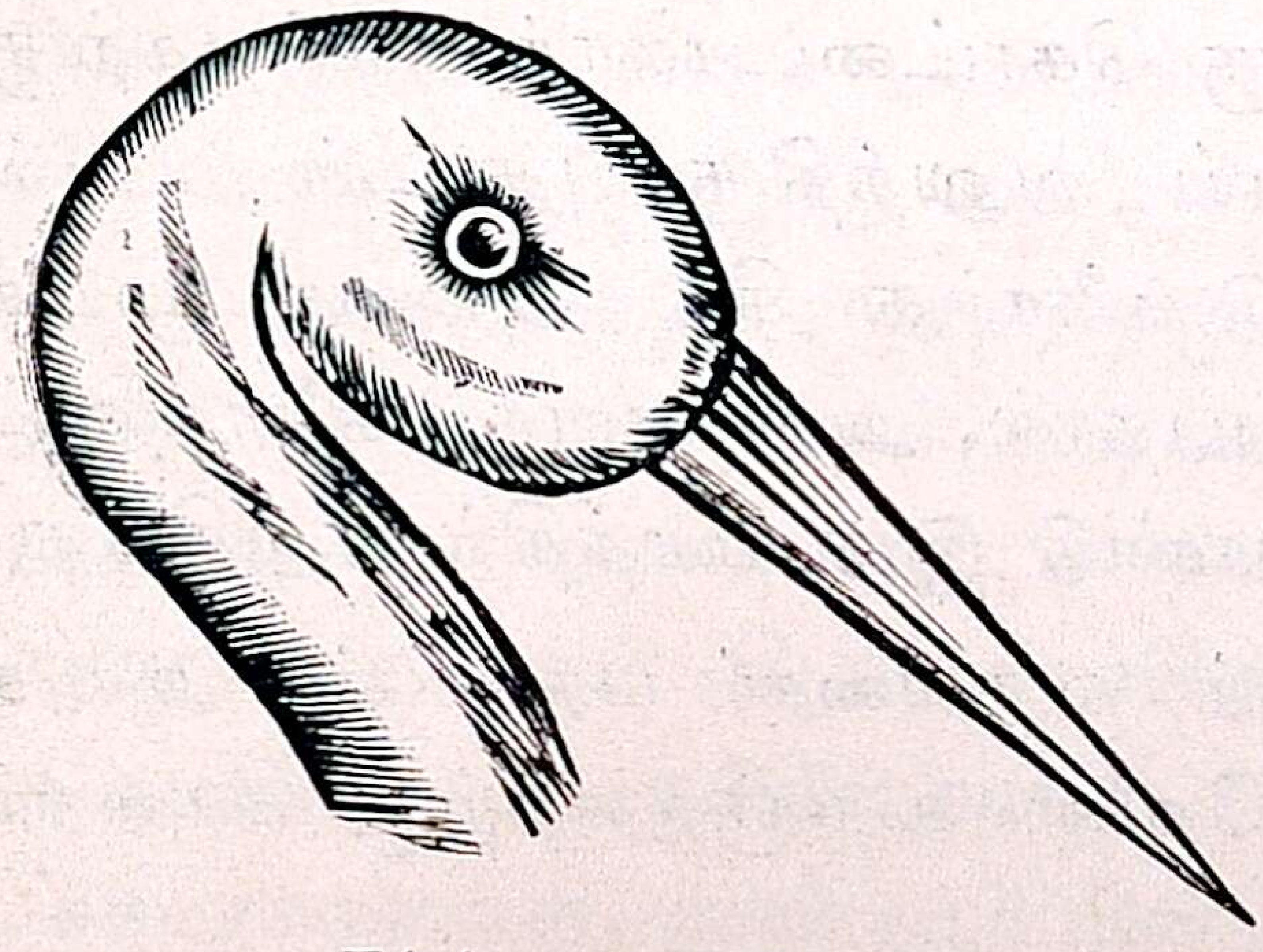
கூர்மையான கண்கள் உண்டு. காக்கையின் அலகு நீண்டு கூர்மையாயிருக்கிறது. இதைக்கொண்டு இது எல்லாவிதமான ஆகாரத்தையும் உட்கொள்ளும். இறந்த பிராணிகளையும் கிழித்துத் தின்னும்.

ஜலத்தில் நீந்தக்கூடிய வாத்து, அன்னப்பக்ஷி முதலியவை ஜலத்திலுள்ள மீன், புழு, பூச்சி முதலியவைகளைத் தின்கின்றன. இவைகளின் அலகு அகன்று சேற்றில் நுழையத் தக்கபடி அமைந்திருக்கிறது. அலகுகளின் விளிம்பு மிருதுவாயும் சீப்பின் பற்களைப்போலும் அமைந்திருக்கின்றன. உணர்ச்சியுள்ள மிருதுவான அலகுகளினால், தான் எடுத்துக்கொள்ளும் சேற்றிலுள்ள மீன், புழு, பூச்சி முதலியவைகளை மட்டும் நிறுத்திக்கொண்டு உபயோகமில்லாத மண் முதலியவைகளை வெளியே விட்டுவிடுகிறது.



படம் 7(b). வாத்தின் அலகு.

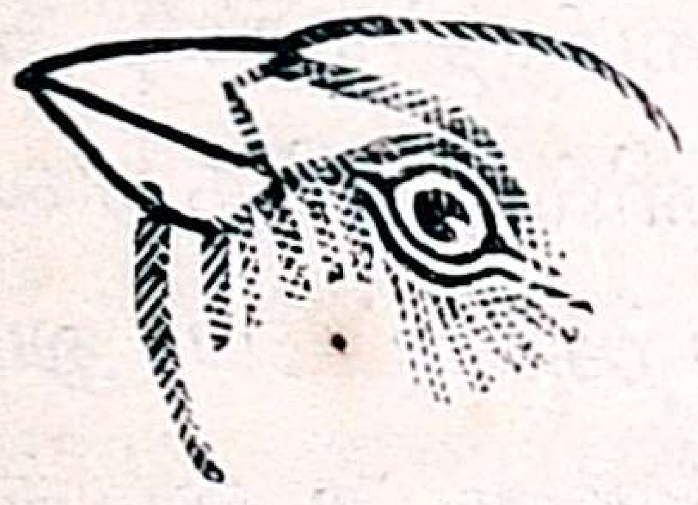
ஜலத்தில் நடக்கும் நாரை, கொக்கு போன்றவை ஜலத்திலுள்ள மீன், தவளை, நண்டு, புழு, பூச்சி முதலியவைகளைப் பிடித்துத் தின்கின்றன. இந்தப் பக்ஷிகளின் கழுத்து நீண்டும், அலகு மெலிந்து நீண்டும் கூர்மையாயுமுள்ளது. இது தன் நீண்ட மூக்கைக்கொண்டு (படம் 7-c) ஜலத்திலுள்ள மீன்,



படம் 7(c). ஜலத்தில் நடக்கும் பக்ஷியின் அலகு.

தவளை முதலியவைகளையும், உணர்ச்சியுள்ள மூக்கின் நுனியைக்கொண்டு சேற்றில் கண்ணுக்குத் தெரியாம லிருக்கும் புழு பூச்சிகளையும் பிடித்துத் தின்னும். பெலிகன் **(pelican)** என்னும் ஒருவித நாரைக்கு மீன் முதலியவை களைச் சேர்த்துவைத்துக்கொள்ளும்படியான அகன்ற அலகு இருக்கிறது. ஜலத்தில் நடப்பதற்கு சௌகரியமாக அதன் கால்கள் நீண்டும், விரல்கள் அகன்றுமிருக்கின்றன.

சில பக்ஷிகளின் ஆகாரம் தானியம், பழங்கள், விதைகள் முதலியவை. இவைகளில் சில புழு பூச்சிகளையும் தின்னும். இவைகளில் அநேகம் உருவத்தில் சிறியவை. இவைகளின் அலகு வலுத்து, குறுகி நேராகவும், கூர்மையாகவும் உட்பக்கம் அகன்றுமிருப்பதால், அது மேல் உமியை நீக்கித் தானியங்களைத் தின்னவும், ஓடுகளை உடைத்து விதைகளைத் தின்னவும், பழங்களை கொத்தித் தின்னவும் உபயோகமாகிறது. குருவி, தூக்கணங்குருவி, கோழி, புறா, கிளி முதலியவை இந்த வகுப்பைச் சேர்ந்தவை.



படம் 8(a). குருவியின் அலகு.

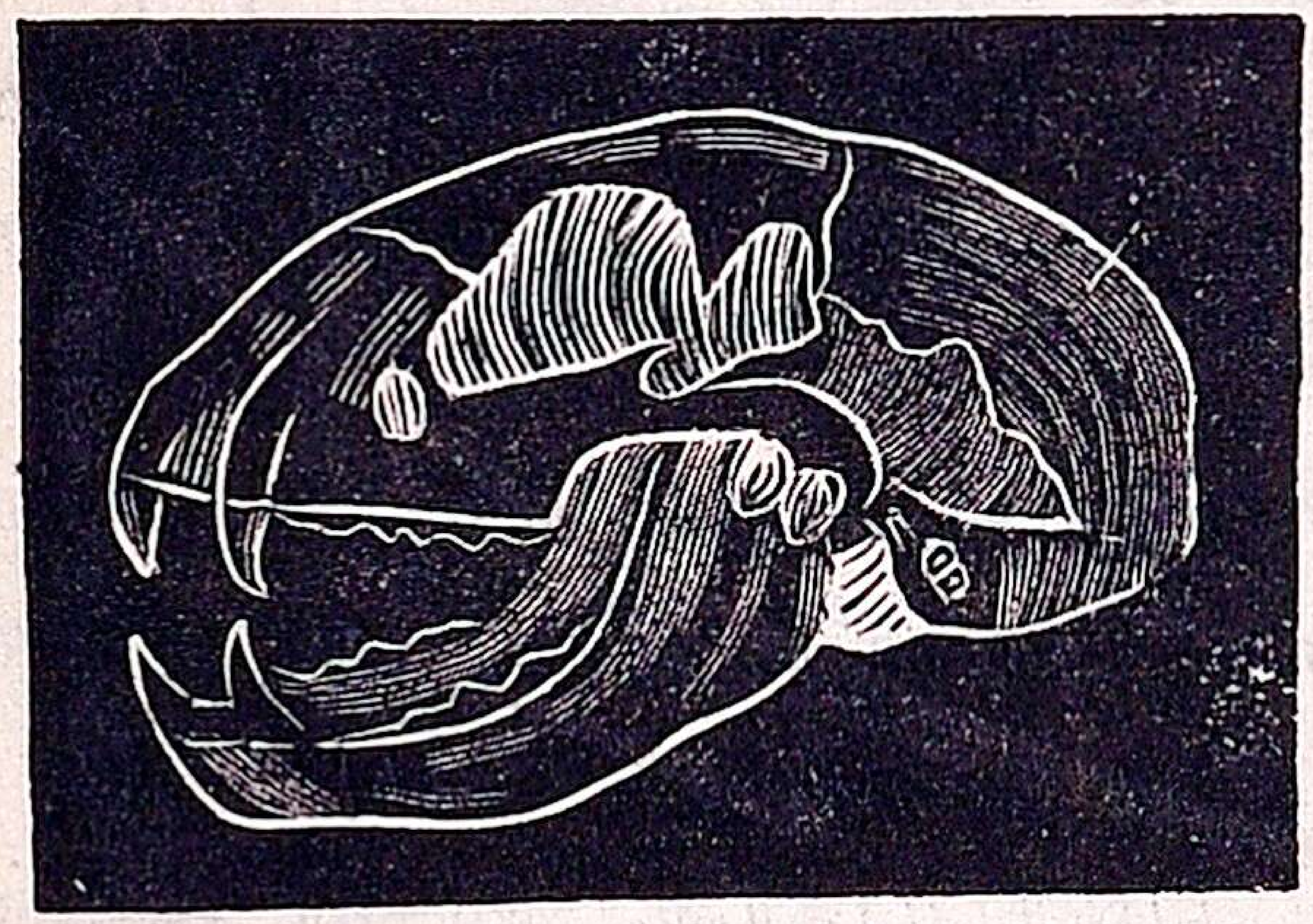
கிளியின் அலகு பழங்களையும், கொட்டைகளையும் தின்பதற்கு சௌகரியமாய் அமைந்திருக்கிறது. இதன் அலகு கொட்டைகளைக் கடிப்பதற்கு சௌகரியமாய் வலுத்திருப்பதுடன் மேல் அலகு நீண்டு வளைந்து கீழ் அலகை மூடிக் கொண்டிருப்பதால், அலகுகளால் கிளைகளைப் பிடித்துக்கொண்டு இது மரத்தில் ஏறுகிறது.

படம் 8(b). கிளியின் அலகு.

தேன் உறிஞ்சி என்னும் ஒருவகைப் பக்ஷியின் அலகு நீண்டு புஷ்பங்களிலுள்ள தேனை உறிஞ்சுவதற்கு சௌகரியமா யிருக்கிறது.

பூனே

மாமிச பக்ஷணிகளின் பற்கள், நாக்கு, நகங்கள் முதலியவை அவைகளின் ஆகாரத்தை உட்கொள்ள சௌகரியமாக அமைக்கப் பட்டிருக்கின்றன. பூனே ஒரு மாமிச பக்ஷணி. இதற்கு அரைக்கும் பற்களில்லே. இதன் மேல் கீழ் வாய்களில் ஒவ்வொன்றிலும் ஆறு சிறுத்து கூர்மையான வெட்டும் பற்களிருக்கின்றன. பக்கத்திற்கொன்ருக நான்கு கிழிக்கும் பற்கள் பருத்து மற்ற பற்களேவிட நீட்டமா யிருக்கின்றன. பிடிக்கப்பட்ட ஆகாரத்தினுள் இந்தப் பற்கள் புதைவதால் ஆகாரம் இவைகளின் பற்றுதலிலிருந்து வெளியே தப்பித்துக்கொள்ள முடியாது.



படம் 9.

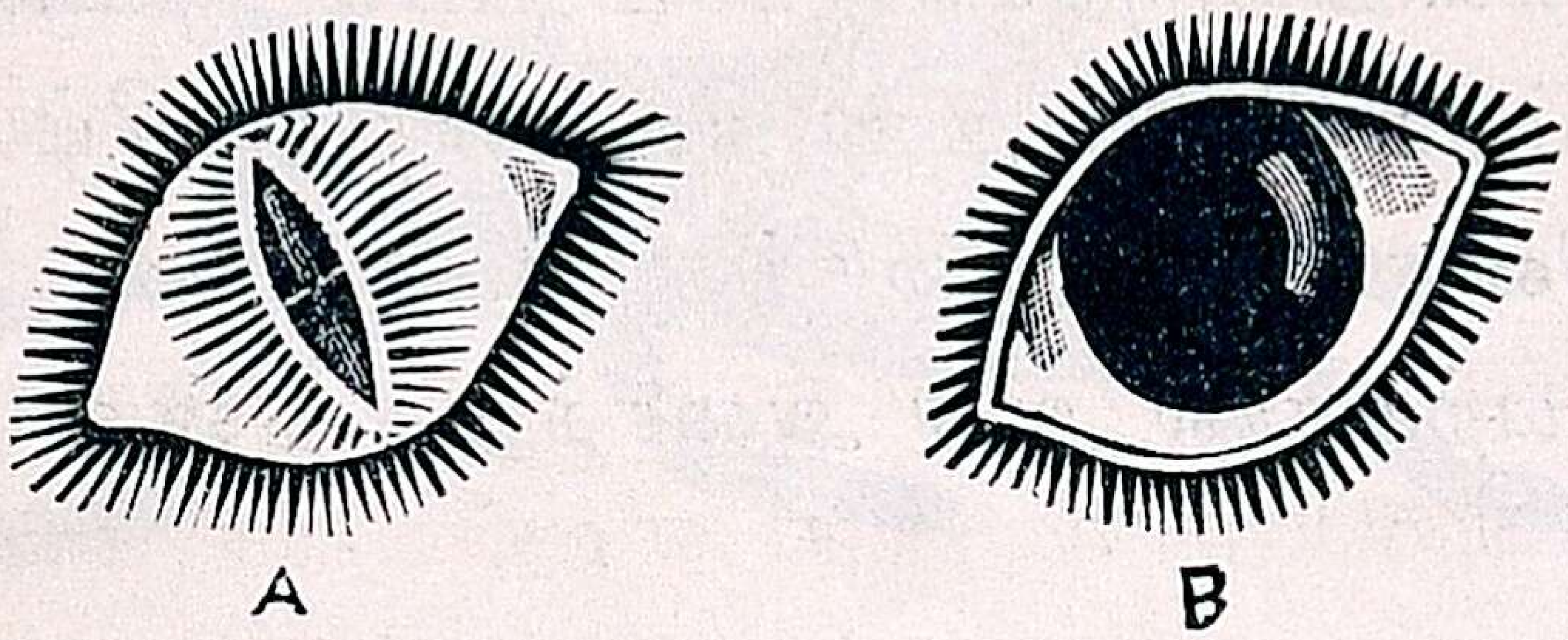
பூனேயின் மண்டையோடு.

கிழிக்கும் பற்களுக் கடுத்தாற்போல் மேல் வாயில் பக்கத்திற்கு நான்காக எட்டு கடைவாய்ப் பற்களும், கீழ் வாயில் பக்கத்திற்கு மூன்ருக ஆறு கடைவாய்ப் பற்களும் இருக்கின்றன. இவைகளின் மேல் பரப்பு அகன்றில்லாமல் ரம்பத்தின் பற்களேப்போல் அமைக்கப் பட்டிருக்கின்றன. மேல் கடைவாய்ப் பற்கள் கீழ் கடைவாய்ப் பற்களின் மேல் தங்காமல் இவையிரண்டும் பக்கத்திற்குப் பக்கமாக கத்தரிக்கோலின் அலகுகளேப்போல் நகரக் கூடியவை. ஆகையால் இவைகள் மாமிசத்தை துண்டிக்கக் கூடியன. கடைசீ கடைவாய்ப் பற்கள் நான்கும் கிழிப்பதற்கென்றே அதிக கூர்மையாய் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. கீழ் வாய் பக்கத்திற்குப் பக்கமாகவாவது, முன்னும் பின்னுமாகவாவது அசையாமல்

மேலும் கீழும் மட்டும் அசையும்படி மண்டையுடன் பூட்டப் பட்டிருக்கிறது. இந்த அமைப்பு ஆகாரத்தை நழுவ விடாமல் பற்றிக் கொள்ளவும், மாமிசத்தைத் துண்டிக்கவும் சௌகரிய மா யிருக்கிறது. அதன் நாக்கு பின்புறம் வளைந்தும் அரம் போல் சொறசொறப்பானது மான சிறு பருக்களால் (papil-lae) நிறைந்திருப்பதால் அது எலும்பை நாக்கினால் நக்கும் பொழுது, அதில் ஒட்டியுள்ள மாமிசம் முழுவதும் சுரண் டப் படுகிறது.

இதன் முன்னங்கால்கள் குறுகி வலுத்தும், பின்னங் கால்கள் சற்று நீண்டு முன்னங்கால்களை விட அதிகமாக வலுத்துமுள்ளன. இதன் உடம்பு நீண்டும், உடம்பு எலும்பு கள் தளர்த்தியாய் பூட்டப்பட்டுமிருப்பதால், இதன் உடல் வில்லைப்போல் வளையக்கூடியது. இக்காரணங்களால் இது பதுங்கி நகர்ந்து இரை சமீபத்திலிருக்கும்பொழுது திடீ ரென்றுதாவிப்பாயும். வலுத்த முன்னங்கால்களின் உதவியால் இது தாவிக் குதிக்கும் இடத்திலேயே ஸ்திரமாய்த் தங்கும். பூனை பாதங்களால் நடவாமல் அவைகளிலுள்ள விரல்களின் மேல்தான் நடக்கின்றது. விரல்களின் அடிப்புறத்தில் ஒவ் வொன்றிலும் பருத்து மிருதுவான சதையிருப்பதால் இது இரை தேடும்பொழுது சப்தமில்லாமல் நடக்கும். விரல் களில் வளைந்து கூர்மையான நகங்களிருக்கின்றன. இந்த நகங்கள் எப்பொழுதும் விரல்களுக்கு வெளியே யிராமல், வேண்டியபொழுது அவைகளை வெளியே நீட்டவும் மற்ற சமயங்களில் உள்ளே அதன் உறையில் இழுத்துக் கொள்ள வும் அதனால் கூடும். நகங்களும் தேய்வடையா. பூனையின் விழி கள் இரவில் வட்டமாயும், பெரியதாயும், பிரகாசமாயுமிருக் கின்றன. பகலில் இவை சுருங்கி ஒரு கோடுபோலிருக்கும். ஆகையால் பூனை இரவில் ஆகாரத்தை தேடிச் செல்லுகின் றது. இதன் மீசை உணர்ச்சியுள்ளதாலும், மூக்கு நுண்ணிய

மோப்ப உணர்ச்சியுள்ளதாலும், காது கூர்மையுள்ளதாலும்



படம் 10. பூனையின் விழிகள். A. பகலில் இருப்பது.
B. இரவில் இருப்பது.

இது ஆகாரத்தை பார்ப்பதற்கு முன்னமேயே அது இருக்குமிடத்தைத் தெரிந்துகொள்ளும்.

அணில்.

அணிலின் ஆகாரம் பழங்கள், கொட்டைகள், இளஞ் செடிகள் முதலியன. இவைகளை அது தன் முன் பற்களால் துருவித் தின்கிறது. இது துருவித்தின்னும் (gnawing) எலி, முயல், மூஞ்சூறு முதலிய பிராணி வகையைச் சேர்ந்தது. இதன் மேல், கீழ்வாய் ஒவ்வொன்றிலும் இரண்டு உளி போன்ற வெட்டும் பற்களும், வாயின் பின் பக்கத்தில் அரைக்கும் பற்களுமிருக்கின்றன. மேல் உதடு பிளவு பட்டிருப்பதால் அது பழம், கொட்டை முதலியவைகளை தடையின்றி பற்களினால் துருவும். வெட்டும் பற்களின் உட்பாகம் மிருதுவான வஸ்துவால் செய்யப் பட்டிருப்பதால் அவை தேயத் தேய வளர்ந்து கொண்டே யிருக்கின்றன. இவைகளின் வெளிப்பாகத்தில் கடினபதார்த்தமாகிய எனமல் (enamel) இருப்பதினால், பற்கள் மழுங்காமல் கூர்மையாகவே யிருக்கின்றன. பற்கள் அதிகமாக உபயோகப் படுவதாலும், ஒன்றோடொன்று அதிகமாக உரைவதாலும் அவைகளின் கூர்மை அதிகப்படுகிறது. பழம், கொட்டை முதலியவை

களை முன்னங்கைகளால் பிடித்துக்கொண்டு கூர்மையான முன் பற்களால் வெளியிலிருக்கும் கெட்டியான ஓட்டைத்துருவி உள்ளிருக்கும் பருப்பை அது தின்கின்றது. கீழ் தாடையை முன்னும் பின்னுமாக அசைத்து கடினமான ஆகாரத்தை கடைவாய்ப் பற்களால் அது அரைத்துத் தின்னும்.

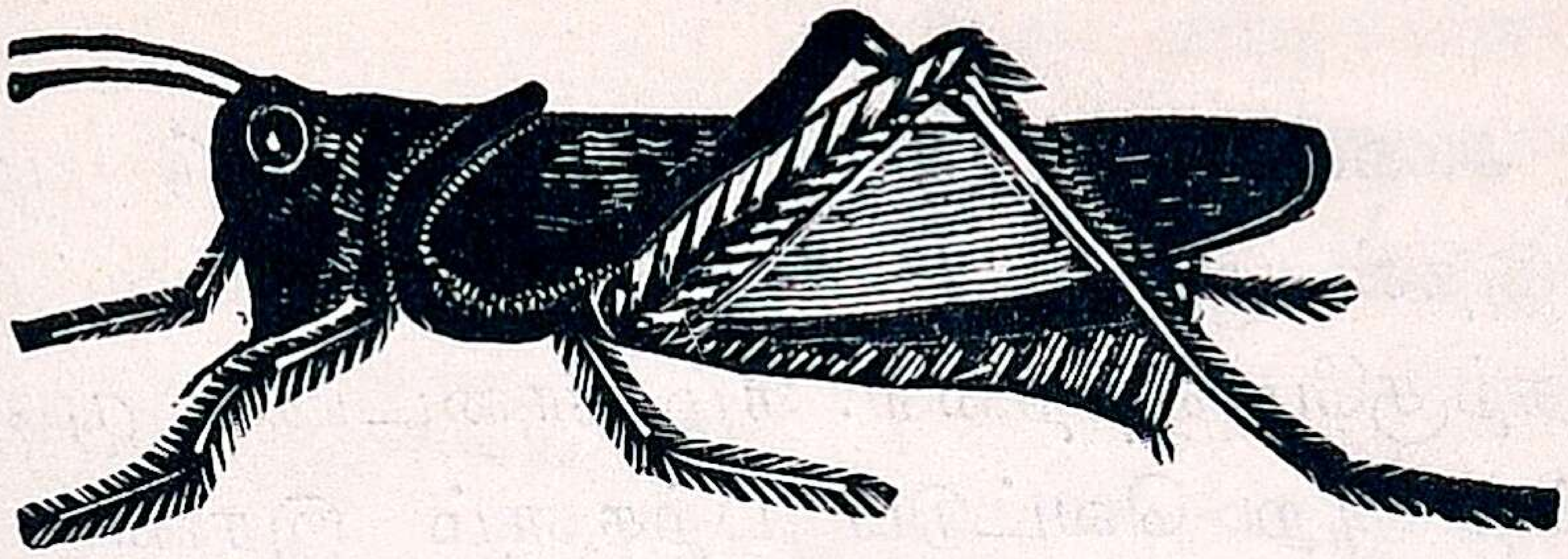
நண்டு.

நண்டு சாதாரணமாய் சமுத்திரக் கரையோரங்களிலும், நதிக்கரையோரங்களிலும், வயல்களிலும் வசிக்கிறது. இறந்த பிராணிகளின் மிருதுவான பாகங்களையும், பூச்சி புழுக்களை யும், புல் பூண்டுகளையும் இது தின்று ஜீவிக்கிறது.

இதன் வாயின் கீழ்பாகத்தில் இரண்டு வலுத்த தாடை களிருக்கின்றன. அவைகளின் ஒவ்வொன்றிலும் ஓரங்களில் சில பற்கள் தானிருக்கின்றன. இடுக்கியைப்போன்ற முன்னங் கால்களால் இது ஆகாரத்தைப் பிடித்து, வாயில் போட்டுக் கொண்டு, பற்களினால் அதை மென்று தின்கிறது. ஆகையால் இதற்கு மேன்று தின்னும் நண்டு என்று பெயர். இவ்வாறு பூச்சி புழுக்களையும் இறந்து அழுகும் ஜந்துக்களையும் தின்று இது இருக்கும் இடத்தை சுத்தமாக்குகிறது.

4. தத்துக்கிளி.

தத்துக்கிளியும் கம்பளிப்பூச்சியைப் போலவே இலைகளை ஏராளமாய்த் தின்று பயிர்களை அழிக்கிறது. மேல் உதடு, கீழ் உதடு, பற்களோடு கூடிய ஒரு ஜதை மேல் தாடைகள், கவைபோல் பிடித்துக்கொள்ளக்கூடிய ஒரு ஜதை கீழ் தாடை கள் ஆகிய இவைகள்தான் இதன் வாயின் பாகங்கள். மேல் தாடைகள் கீழ் தாடைகளை விடப் பெரியவை. பற்களுள்ள மேல் தாடைகள் பக்கத்துக்குப் பக்கம் அசைவதால் இலைகள்



படம் 11. தத்துக்கிளி.

துண்டிக்கப்படுகின்றன. மற்ற பாகங்கள் இலைகளை பிடித்துக் கொள்ளுவதற்கும், உணருவதற்கும் உபயோகமாகின்றன.

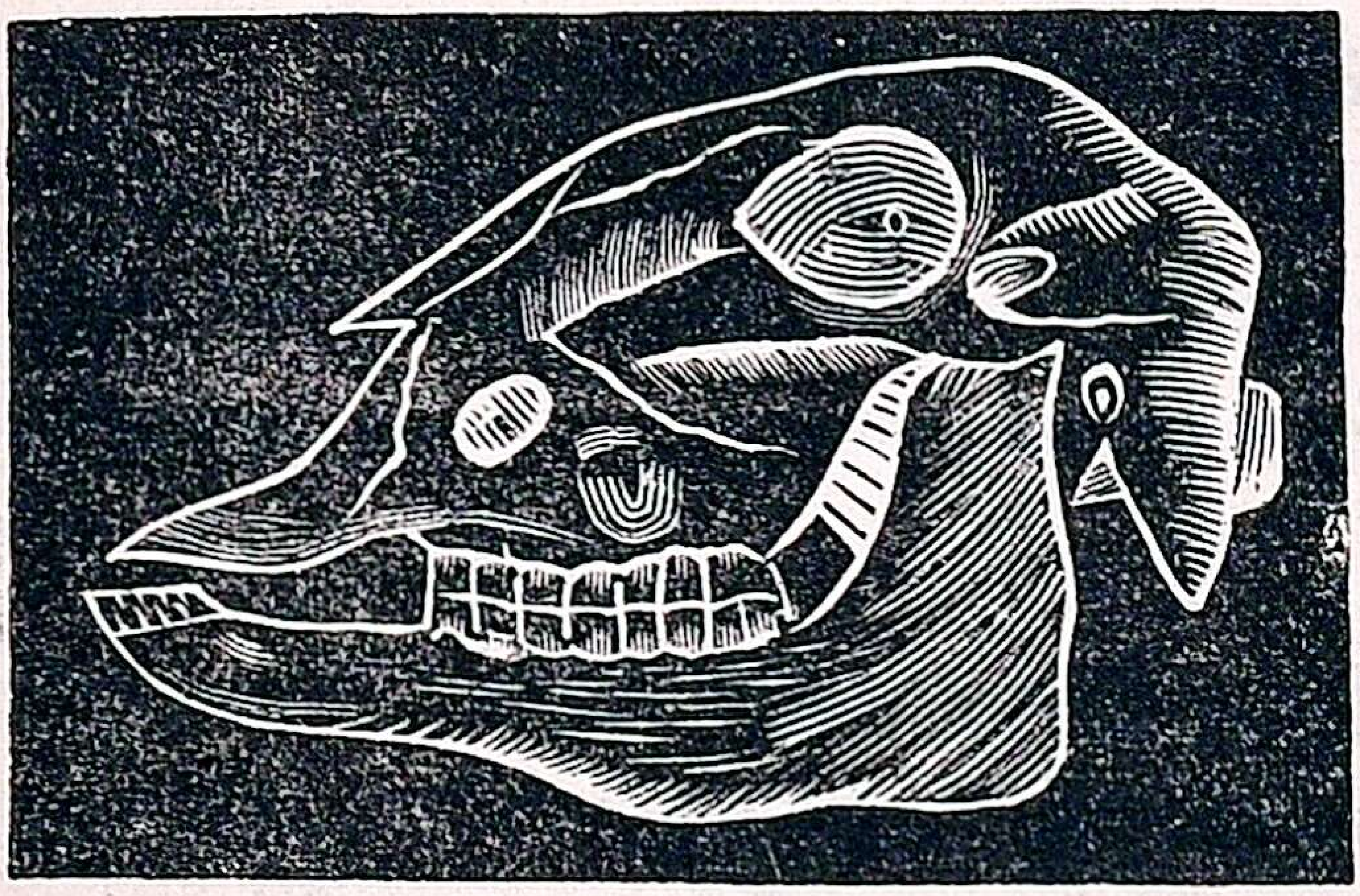
வெட்டுக்கிளியும் இந்த இனத்தைச் சேர்ந்தது. ஆனால் வெட்டுக்கிளி கோடிக் கணக்காய் ஒன்றுசேர்ந்து கும்பலாய் ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோரிடத்திற்குச் சென்று பயிர் பச்சைகளைத் தின்று நாசமாக்கும்.

அசைபோடும், அசைபோடாப் பிராணிகள்

யானை, ஒட்டகம், குரங்கு, குதிரை, பசு, எருமை, ஆடு முதலியவை சாக பக்ஷணிகள். இவைகளின் குளம்புகள் பிளவுபட்டாவது, பிளவுபடாமலாவது இருக்கின்றன. பிளவுபட்ட குளம்புள்ள பிராணிகள் அநேகமாய் கொம்புள்ளவை. இவை அசைபோடுபவை. இந்த பிராணிகள் ஆகாரத்தை நன்றாக மெல்லாமல் அவசரமாய் விழுங்கிவிட்டு, பத்திரமான இடத்திற்குச் சென்று, விழுங்கின ஆகாரத்தை கவளங் கவளமாக வாயிற் கொண்டுவந்து, மென்று விழுங்குகின்றன. இதற்கு அசைபோடுதல் என்று பெயர். அசைபோடாப் பிராணிகள் முதலிலேயே ஆகாரத்தை நன்றாக மென்று விழுங்கிவிடுகின்றன.

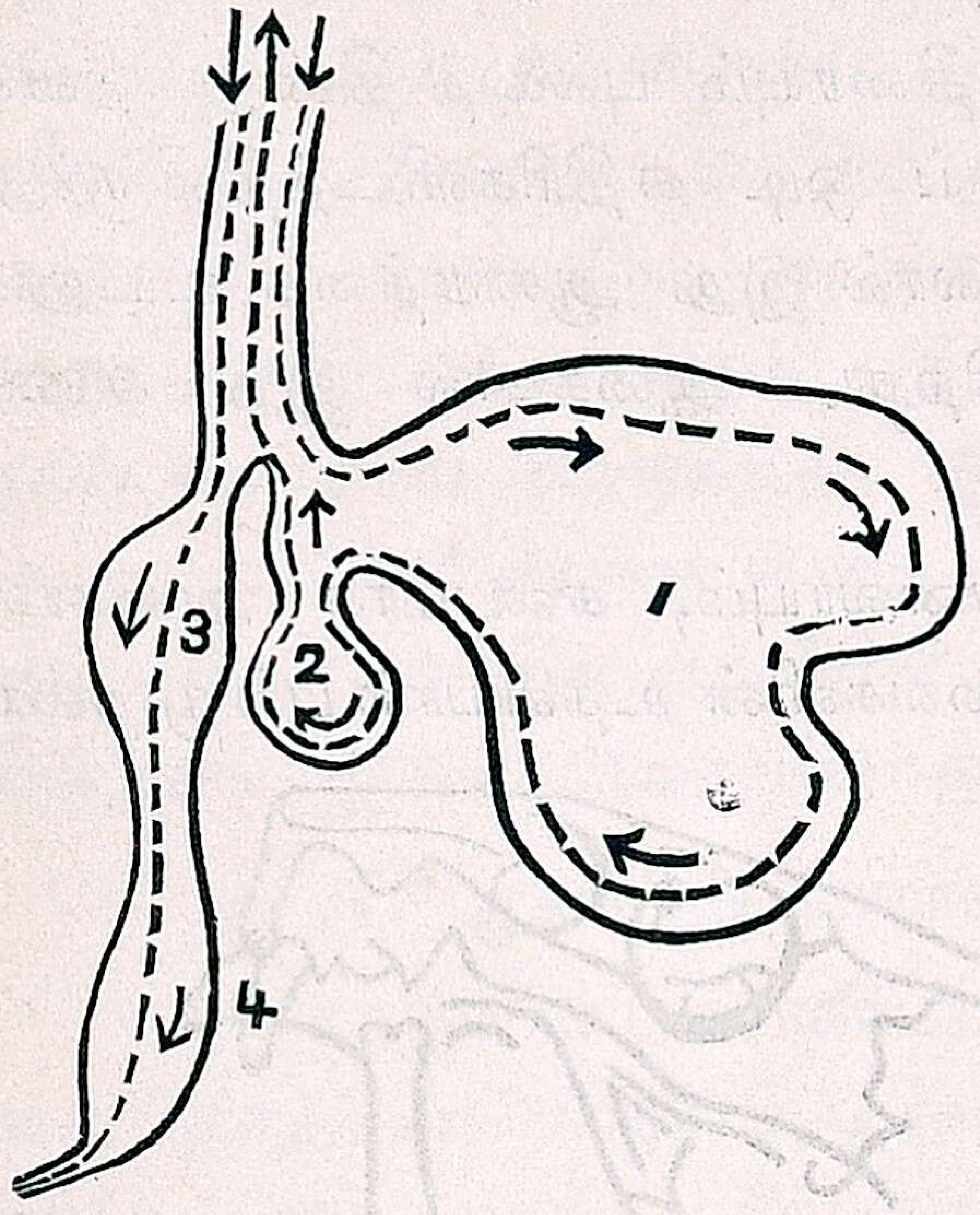
மாடு

மாடு அசைபோடும் பிராணி. புல், பூண்டு முதலியவை கள்தான் இதன் ஆகாரம். இதன் பற்கள் வெட்டுவதற்கும் மெல்லுவதற்குமே ஏற்றவை. கீழ் தாடையின் முன்புறத்தில் உளிபோன்ற ஆறு வெட்டுப் பற்களும் இரண்டு கிழிக்கும் பற்களு மிருக்கின் றன. பின் கூறிய இரண்டு பற்களும் வெட்டுவதற்கும் உப யோகமாகும்படி அ மைக்கப்பட்டிருக்கின் றன. மேல் தாடை யில் முன்பக்கத்தில் பற்களுக்குப் பதிலாக கடினமான பல் ஈறு தானிருக்கின்றது. மேல் கீழ் தாடைகள் ஒவ்வொன்றிலும் ஆறு ஜதை அரைக்கும் பற்களிருக்கின்றன. இவைகள் தலைப் புறம் அகன்றும், கரடுமுரடாகவும் இருப்பதால், புல், பூண்டு முதலியவைகள் மிருதுவாக அரைக்கப்படுகின்றன. வெட் டும் பற்கள் வெளிப்புறம் சாய்ந்திருப்பதால் புல், பூண்டுகளை அதனுல் அடியோடு கடிக்க முடியும்.



படம் 12.
மாட்டின் மண்டையோடு.

மாடு ஒரு பிடி புல்லை நாக்கினுல் சுழட்டி, கீழ் தாடையி லுள்ள வெட்டுப்பற்களைக்கொண்டு மேல் தாடையின் ஈறு களில் அழுத்தி தலையை அசைத்து வெட்டுகிறது. மாடு பயப் படும் பிராணியானதாலும், தன்னை விரோதியிடமிருந்து தப் பித்துக்கொள்ள வேகமாய் ஓடமுடியாததாலும், இப்படி வெட் டும் புல்லை உடனே விழுங்கிவிடுகிறது. அபாயமில்லாத இடத்



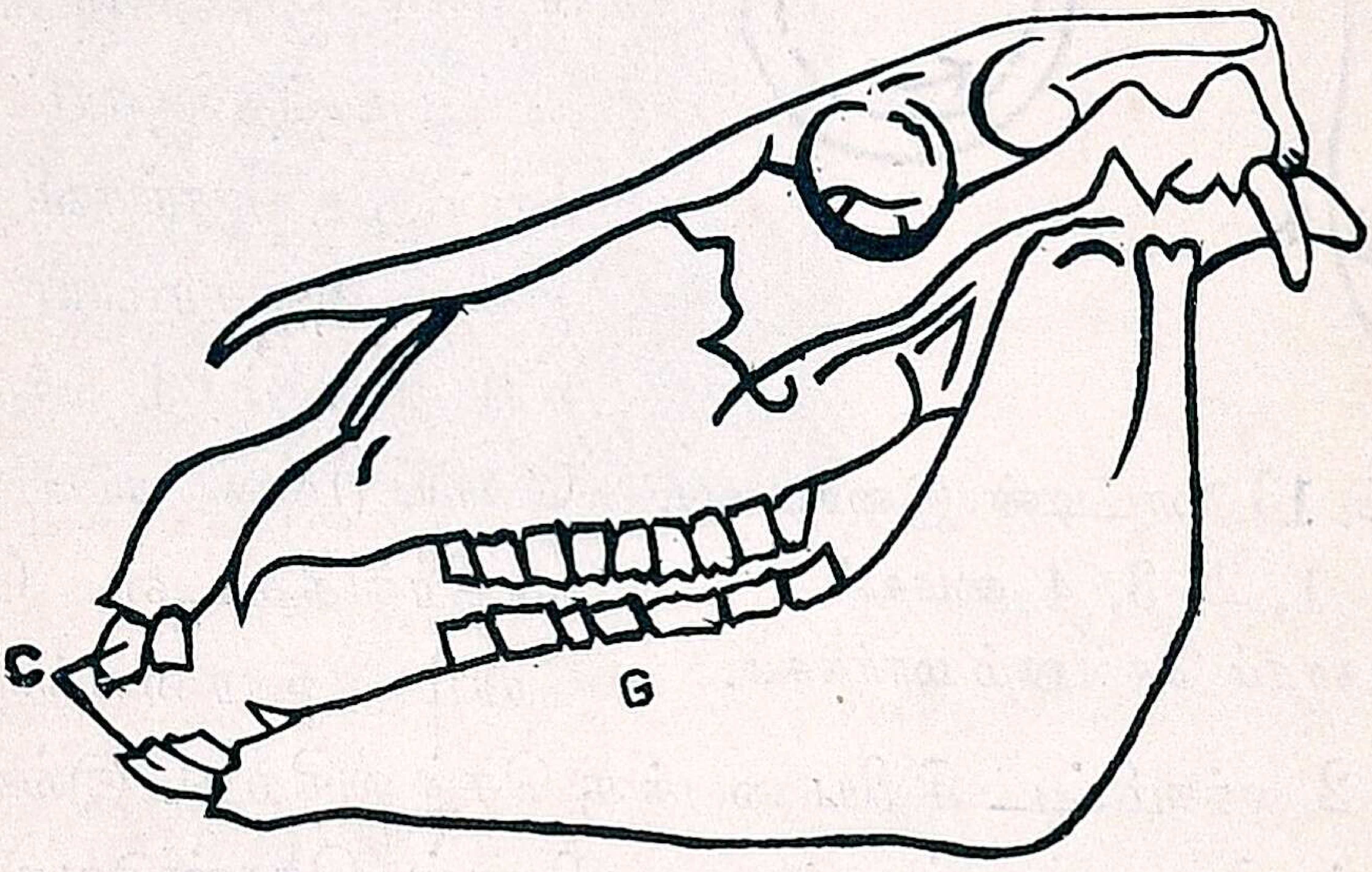
படம். 13. மாட்டின் இரைப்பை.
1, 2, 3, 4 பைகள்
ஆகாரம் செல்லும் மார்க்கம்.

திற்குச் சென்ற பிறகு, இது விழுங்கின ஆகாரத்தை சாவகாசமாய் வெளியிழுத்து நன்ருய் மென்று மறுபடியும் விழுங்கும். இம்மாதிரி செய்வதற்கு சௌகரியமாய் அதன் இரைப்பை அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இதன் இரைப்பையில் படத்தில் காட்டியபடி நான்கு பாகங்களிருக்கின்றன. அவசரமாய் விழுங்கிய ஆகாரம் 1 லக்கமிட்ட பெரிய முதல் பையில் ஜீரணதிரவத்துடன் கொஞ்ச நேரம் ஊரவைக்கப்பட்டு பிறகு 2 லக்கமிட்ட சிறிய பைக்கு செல்லுகிறது. இங்கிருந்து ஆகாரம் சிறு கவளங்களாக வாயினுள் கொண்டுவரப்பட்டு அரைக்கும் பற்களால் வெண்ணெய்போல் அரைக்கப்பட்டு மூன்ருவது பையிலிருந்து ஆகாரம் நான்காவது பையிற்கு கொஞ்சங் கொஞ்சமாக செல்லுகிறது. நான்காவது பையில் தான் ஆகாரம் ஜீரணமாக்கப்படுகிறது. இம்மாதிரி இதன் ஆகாரப்பை நான்கு பாகங்களாக இல்லாவிட்டால் மென்று தின்னப்பட்ட ஆகாரமும் மெல்லாமல் விழுங்கப்பட்ட ஆகாரமும் கலந்துவிடும். இம்மாதிரி விழுங்கின ஆகாரத்தை மறுபடியும் வாயினுட் கொண்டுவந்து மெல்லுவதற்கு அசைபோடுதல் (**chewing the cud**) என்று பெயர்.

குதிரை.

மாட்டைப்போலவே குதிரையும் புல்லைத் தின்று ஜீவிக்கிறது. ஆனால் இது வேகமாய் ஓடி எதிரிகளிடத்திலிருந்து தப்பித்துக்கொள்ளக்கூடுமாதலால் இது ஆகாரத்தை உடனுக்குடன் மென்று தின்றுவிடுகிறது. ஆகையால் இது அசை போடும் பிராணியல்ல.

இதன் உதடுகள் பெரியனவாயும், சுலபமாக அசையக் கூடியனவாயுமிருப்பதால் அவைகளின் உதவியால் புல் முதலிய



படம் 14. குதிரையின் மண்டையோடு. C. வெட்டும் பற்கள். G. அரைக்கும் பற்கள்.

ஆகாரத்தை சுலபமாக இது பிடித்துக்கொள்ளுகிறது. உதடுகள் உணர்ச்சியுள்ளவைகளாதலால் வேண்டிய ஆகாரத்தைத் தெரிந்தெடுக்கவும் அவை உபயோகமாகின்றன. இதற்குமேல் கீழ் தாடைகளில் முன்பக்கத்தில் உளியைப்போல் வெட்டும் பற்கள் பக்கத்திற்கு மூன்றாக பன்னிரண்டு பற்களிக்கின்றன. இவைகளுக்கு பக்கத்தில், வாயினுட்புறத்தில், மேல்தாடையில் இரண்டும் கீழ் தாடையில் இரண்டுமாக நான்கு கிழிக்கும் பற்களிருக்கின்றன. சிலவற்றில் இவை இல்லாமலிருப்பதுவுமுண்டு. இவைகளுக்குப் பின்னால் தலை அகன்றும் கரடு

முரடான பரப்புள்ளதுமான பற்கள் மேல் வாயில் பன்னிரண்டும், கீழ்வாயில் பன்னிரண்டு மிருக்கின்றன. குதிரை முன்னிருக்கும் பற்களால் புற்களை பற்றி யிழுத்துக்கொண்டு பின் பற்களால் அவைகளை நன்ருக மென்று தின்கிறது. இந்த இருவகைப் பற்களுக்கும் மத்தியிலுள்ள இடைவெளியில் தான் கடிவாளம் தங்குகிறது. குதிரை ஜீரணநீரில் நனைக்கப் படாத புற்களை மெல்லவேண்டியிருப்பதால் இதன் அரைக்கும் பற்கள் பசுவின் பற்களைவிட பெருத்தும் அகன்றுமிருக்கின்றன. இதன் இரைப்பை ஒரே அறையுடையது.

7. ஆகாரசம்பந்தமான சித்தாந்தங்கள்.

ஆகாரத்தின் உபயோகங்கள்:—தேகத்தின் உயிர்வாழ்க்கை, தேகத்தின் போஷிப்பு, தேகவளர்ச்சி, அழிவுப்பொருளைச் சரிக்கட்டுதல் முதலிய காரியங்களுக்கு ஆகாரம் தேவை. வேலை செய்வதால் உடம்பிலுள்ள சவ்வுகள் பிராணவாயுடன் சேர்வதினுல் உஷ்ணமும், தேகத்திலுள்ள உறுப்புகள் வேலை செய்வதற்கு வேண்டிய சக்தியும் உண்டாகின்றன. மனிதன் உண்ணும் ஆகாரம் அவன் வசிக்கும் பிரதேசம், வயது, அவன் செய்யும் வேலை இவைகளுக்குத் தகுந்தாற்போல் வித்தியாசப்படுகிறது. குளிர்ப்பிரதேசத்தில் வசிப்பவன் தன் தேக உஷ்ணம் 98.4°F.ல் இருப்பதற்கு, உஷ்ணம் கொடுக்கக் கூடிய ஆகாரம் அதிகமாக உண்ணவேண்டும். வளரும் குழந்தையின் ஆகாரம் வளர்ந்த மனிதனின் ஆகாரத்திலிருந்து வித்தியாசமானது.

ஆகாரப் பொருள்களின் குணமும், வகைகளும்:—மனிதன் செய்யும் வேலைகளால் தசைநார்களுக்கும், மூளைக்கும் ஏற்படும் பயிற்சிக்குத் தக்கவாறு ஆகாரமும் மாறுபடுகிறது. மனிதன் உபயோகிக்கும் ஆகாரங்கள் ஒன்றுக்கொன்று வித்தியாசப்படுவதாகத் தோன்றினும் அவைகளில் அடியிற்

கண்ட போஷிப்புப் பொருள்களிருக்கின்றன. அவை (1) ஜலம், (2) தரசம் அல்லது மாவுப் பொருள்கள் (**carbohydrates**), (3) வபை அல்லது கொழுப்பு (**fat**), (4) புரதம் (**proteid**), (5) தாது வஸ்துக்களுள்ள உப்புகள் (**mineral salts**).

ஆகாரப் பொருள்களை (1) வளர்ச்சிப் பொருள்கள் (**growth foods**), (2) உஷ்ணம் கொடுக்கும் பொருள்கள் (**fuel foods**), (3) தூண்டும் பொருள்கள் (**stimulation-foods**) என்று மூன்றுவகைகளாகப் பிரிக்கலாம். நாம் உட்கொள்ளும் ஆகாரப் பொருள்கள் மேற்சொன்ன ஐந்துவகை போஷிப்புப் பொருள்களை உடையன. பால், முட்டை, மாமிசம், தேங்காய், பாதாமி முதலிய கொட்டைகள், பட்டாணி, உளுந்து, அவரைபோன்ற காய் தானியங்கள், கோதுமை முதலியவை புரத (**proteid**) முள்ள வஸ்துக்கள். இவைகளின் உதவியால்தான் உடம்பில் ஏற்படும் சவ்வுகளின் அழிவுகளைச் சரிக்கட்டவும், அவைகளை வளரச் செய்யவும், பலப்படுத்தவும் முடியும். இவை கொஞ்சம் உஷ்ணத்தையும் கொடுக்கக்கூடியன. அரிசி, கோதுமை, கேழ்வரகு, கம்பு, சோளம், கிழங்குகள் இவைகளிலுள்ள மாவும், பழங்கள், கரும்பு, பீட்ரூட் கிழங்கு முதலியவைகளிலுள்ள சர்க்கரையும் மாவுப் பொருள்கள் (**carbohydrates**). வெண்ணெய், நெய், மீன் எண்ணெய் முதலிய பிராணி சம்பந்தமான வஸ்துக்களும், நல்லெண்ணெய், தேங்காய் எண்ணெய், கடலைக்கொட்டை எண்ணெய், முதலிய தாவர சம்பந்த வஸ்துக்களும் வபை அல்லது கொழுப்புப் பதார்த்தங்கள். மாவுப்பொருள்களும், கொழுப்புப் பதார்த்தங்களும் சவ்வுகளை உண்டாக்கமுடியாது. அவை தேகத்திற்கு வேண்டிய உஷ்ணத்தையும், தசைநார்கள் வேலை செய்வதற்கு வேண்டிய சக்தியையும் கொடுக்கின்றன. ஆகாரத்துடன் நாம் எடுத்துக்கொள்ளும் உப்புகள் நமது

உடம்பில் தசை, சவ்வு, இரத்தம் முதலிய பாகங்களில் இருப்பதால் இந்த உப்புகள் இரத்தத்தை சுத்தமாய் வைப்பதுடன் எலும்பு, பற்கள் முதலிய சவ்வுகளின் வளர்ச்சிக்கு உபயோகமாயிருக்கின்றன. நமது உடம்பின் எடையில் சுமார் மூன்றில் இரண்டுபங்கு ஜலம். இரத்தத்திலும், சவ்வுகளிலுமுள்ள ஜலத்தின் உதவியால் ஆகாரப் பொருள்கள் உடலின் எல்லா பாகங்களுக்கும் கொண்டுபோகப்படுவது மன்றி அழிவுப் பொருள்களும் வெளிப்படுத்தப்படுகின்றன. ஜீரணம், போஷணைப் பொருள்கள் இரத்தத்துடன் கலத்தல், இரத்தோட்டம், சுரப்பு, விசர்ஜனம் முதலிய உயிருக்கு ஆதாரமான காரியங்களுக்கு ஜலம் அவசியம். ஒருவனுக்கு நாள் ஒன்றுக்கு, நிறம், வாசனையில்லாத சுத்தமான ஜலம் 5 அல்லது 6 பவுண்டு நிறை தேவை. உடம்பின் வளர்ச்சிக்கும், ஆரோக்கியத்திற்கும், ஜீரணிக்கப்பட்ட ஆகாரம் இரத்தத்துடன் கலப்பதற்கும், உடம்பை வியாதிகளிலிருந்து காப்பாற்றிக்கொள்ளவும் மேற்கூறிய ஐந்துவகை போஷிப்புப் பொருள்களுடன் வைடாமின்களும் (vitamins) அவசியம். புதிய ஆகாரங்கள், பழங்கள், கீரை, காய்கறிகள்,முட்டை, பால், மீன்எண்ணெய் முதலியவைகளில் வைடாமின்கள் இருக்கின்றன. வளர்ச்சிக்குரிய ஆகாரங்களில் புரதம் முக்கியமானது. உஷ்ணம் கொடுக்கும் ஆகாரங்கள் கொழுப்பும், எண்ணெய்களும், தூண்டுதல் ஆகாரங்களில் முக்கியமானவை உப்புகளும், வைடாமின்களுமாகும்.

சமத்துவ ஆகாரம் (Balanced Diet).

ஆகார வஸ்துக்களுக்குள் பால் சிறந்ததும் மலிவானதுமாகும். இது மிகவும் போஷிக்கக்கூடிய பானம். இது முன்கூறிய மூன்றுவித ஆகாரப்பொருள்களும் அடங்கியது. ஆகையால் இதை பூரண ஆகாரம் என்று சொல்லுவார்கள்.

மாமிசம், முட்டை, மீன் முதலியவை புரதம் (proteid) மிகுந்துள்ள பிராணி சம்பந்தமான ஆகாரப்பொருள்கள்.

காய்கறி, கிழங்கு, பூண்டு, பட்டாணி, அவரை, பழங்கள், கொட்டை, அரிசி, கோதுமை முதலியவை சாதாரணமாய் உபயோகப்படும் தாவர சம்பந்தமான ஆகாரப்பொருள்கள். பழங்களிலும், காய் கறிகளிலும் ஜலமும் மாவுப்பொருளும் அதிகமாயிருக்கின்றன. பட்டாணியும் அவரையும் சத்துப் பொருள்கள் (proteids) அதிகமாயுள் ளவை. மேற்சொன்ன மாவுப் பொருள் பதார்த்தங்களும், சத்துப் பொருள் பதார்த்தங்களும், அவைகளிலுள்ள உப்பு களும், வைடாமின்களும் சேர்ந்து சமத்துவ ஆகாரமா கின்றது.

தேகம் ஆரோக்கியமாயிருப்பதற்கு நம்முடைய ஆகாரம் மேற் சொன்ன மூன்று வகை ஆகாரப் பொருள்களும் ஒரு திட்டத்தில் கலந்திருத்தல் அவசியம். இவைகளில் ஒருவித ஆகாரம் அளவுக்கு மிஞ்சி இருந்தால் அதை ஜீரணிக்கச் செய்யும் உறுப்புகள் அதிகமாகவேலை செய்து பலவீனமடை கின்றன.

ஆரோக்கிய திட சரீரமுள்ள மனிதன் உடம்பிலிருந்து பிரதிதினமும் புப்புசங்கள், தோல், பிருக்கங்கள் (kidneys) வழியாக சுமார் 20 அவுன்ஸ் எடையுள்ள திடபதார்த்தங் கள், வெளிச்செல்லுகின்றன. இந்த நஷ்டம் முழுவதையும் நாம் உண்ணும் ஆகாரத்தைக்கொண்டே சரிக்கட்டவேண்டும். மேற்சொன்ன 20 அவுன்ஸுகளில் 9 அவுன்ஸ் கரியும், சுமார் $\frac{3}{4}$ அவுன்ஸ் வெடியுப்புவாயுவுமாகும். கரியும், வெடியுப்பு வாயுவும் மேற்சொன்ன அளவில் யாதொரு ஆகார வஸ்து விலும் கிடையாது. ஒரு மனிதன் புரத ஆகாரப் பொரு

ளுள்ள முட்டையின் வெள்ளைக் கருவைமட்டும் உபயோகித்தால், தனக்கு வேண்டிய 9 அவுன்ஸ் கரியை அடைய சுமார் 20 அவுன்ஸ் வெள்ளைக் கருவை உபயோகிக்கவேண்டும். இதில் வேண்டிய அளவை விட நான்கு மடங்கு வெடியுப்பு வாயு இருப்பதால் ஜீரண, விசர்ஜன இந்திரியங்கள் அதிகமாக வேலை செய்யப்பட்டு பலவீன மடைகின்றன. தரசப் (starchy) பொருள் அதிகமாயுள்ள உருளைக்கிழங்கை உபயோகித்தே தனக்கு வேண்டிய வெடியுப்பு வாயுவை அடைய உத்தேசித்தால், சுமார் 10 பவுண்டு எடை உருளைக்கிழங்கை உபயோகிக்கவேண்டும். இதில் தனக்கு அவசியமான அளவிற்குமேல் அதிக கரி (carbon) இருக்கிறது. முன் சொன்னபடி இதனால் உறுப்புகளுக்கு அதிக வேலை உண்டாகி அவைகளுக்கு கெடுதி உண்டாகிறது. இம்மாதிரியே உப்புகள், ஜலம், வபைகள் இவைகளை தனித் தனியே உபயோகித்து, இவைகளில் உப்பு வாயு இல்லாத காரணத்தால், ஆரோக்கியத்துடன் ஜீவித்திருக்க முடியாது. மேற்சொன்ன காரணங்களால் ஒரு வகை ஆகாரப் பொருளை மட்டும் உபயோகித்து மனிதன் ஜீவித்திருக்கமுடியாது. ஆரோக்ய வாழ்க்கைக்கு உடம்பில் ஏற்படும் அழிவுகளை சரிக்கட்டக் கூடிய அளவில் மேற்சொன்ன ஆகாரப்பொருள்களைக் கலந்து உபயோகிக்க வேண்டியது அவசியம். குழந்தை வளருவதற்கு வேண்டிய மேற்சொன்ன ஆகாரப் பொருள்கள் சரியான அளவில் இருக்கக்கூடிய ஆகாரம் பால் ஒன்றேதான். ஆகையால்தான் இதை குழந்தைகளுக்கு ஒப்பற்ற ஆகாரம் என்கிறோம்.

(a) ஆகாரத்தை மிதமாயும் நன்ருய் மென்றும் புசிக்க வேண்டும்.

ஆகாரம் இரத்தத்தில் கலந்து பக்குவமாவதற்கு முன், வாய், அன்னகோசம் (stomach), குடல்கள் இவை

களில் கரையக்கூடிய வஸ்துவாக மாற்றப்பட வேண்டும். நாக்கின் உதவியால், பற்கள் ஆகாரத்தை நன்ருக மென்று வாயிலுள்ள சேகரிகளின் (glands) சுரப்பாகிய உமிழ் நீருடன் அதை நன்ருய் கலக்குகின்றன. ஆகாரத்திலுள்ள கரையும் வஸ்துக்கள் உமிழ் நீரில் கரைகின்றன. கரையாத மாவுப்பொருள்கள் (starch) உமிழ் நீரால் கரையக்கூடிய சர்க்கரையாக மாற்றபடுகின்றன. மாவுப் பொருள்கள் அநேகமாய் வாயிலேயே சர்க்கரையாக மாற்றப்பட வேண்டியதால், நாம் உட்கொள்ளும் ஆகாரத்தை நன்ருகமென்று உமிழ் நீருடன் கலப்பதற்கு வெகு நேரம் வாயில் அதை வைத்திருந்த பிறகே விழுங்கவேண்டும். அதிகநேரம் மெல்லப்பட்ட ஆகாரத்தின் போஷிப்பு சக்தி அதிகரிப்பதால் குறைந்த ஆகாரமே வேண்டிய போஷிப்பை கொடுக்கக்கூடியது.

நன்ருய் மென்று தின்பதால், பசி உணர்ச்சி குறைந்து மிதமிஞ்சி சாப்பிடும் சந்தர்ப்பம் நேரிடாது. ஆகாரம் நன்ருய் பொடியாக்கப்படுவதால் ஜீரண காரியமும் சுலபமாகிறது. நாம் ஆகாரத்தை நன்ருக மென்று சாப்பிடா விட்டால், மற்ற ஜீரண உறுப்புகள் இந்த வேலையையும் செய்ய வேண்டி வருவதால், அவைகளுக்கு பிரயாசம் உண்டாகும். ஆகாரத்தை ஜீரணிப்பதில் வாயினுல் மெல்லுவது மட்டும் நம் இச்சைப்படி நடத்தக்கூடியது. பின் ஏற்படும் ஜீரண காரியம் சரிவர நடப்பதற்கு இது நன்ருய் நடை பெறவேண்டும். இதற்கு நமது பற்களே நாம் பாதுகாப்பது அவசியம். பற்களுக்கிடையில் தங்கும் ஆகாரத்துண்டுகளே பற்களின் கெடுதலுக்கும் உபத்திரவத்திற்கும் முக்கிய காரணம். ஆகையால் பற்களுக்கிடையில் ஆகாரத்துண்டுகளே தங்கவிடாமல் தடுத்தல் அவசியம். சாப்பிடுவதற்கு முன்னும், பின்னும் பற்களே நன்ருய் சுத்தம் செய்யவேண்டும்.

(b) ஆகாரம் புதிதாயும், சுத்தமாயும், நன்ருய் சமைக்கப்பட்டு மிருக்கவேண்டும்.

நமது ஆகாரம் சுத்தமாயும், புதியதாயும் இருக்கவேண்டும். ஆகாரம் அசுத்தமாயிருந்தால் அதில் வியாதிக் கிருமிகள் உண்டாகி, தேக அசௌகரியம் ஏற்படும். ஆகையால் ஆகாரப் பொருள்களும் காய்கறிகளும் சுத்தமாய் வைக்கப்பட்டிருக்கின்றனவா என்பதை கவனித்தல் அவசியம். நன்ருய் சமைப்பதால் ஆகார வஸ்துக்களிலுள்ள ஜீவலங்கள் அழிந்துவிடுகின்றன. ஆகாரத்தின் ருசியும் அதிகரித்து ஜீரணம் சுலபமாய் ஏற்படும்.

(c) அடிக்கடி சாப்பிடக்கூடாது.

ஆகாரம் அன்னகோசத்தில் சுமார் நான்கு மணிநேரம் தங்குகிறது. அப்பொழுது அன்னகோசத்தில் ஆகாரம் ஜீரணமடைந்துகொண்டிருக்கிறது. இவ்வாறு ஜீரணமடைந்துகொண்டிருக்கும்பொழுது புதிய ஆகாரம் அன்னகோசத்திற்குச் சென்ருல், புதிய ஆகாரமும் ஏற்கனவே அன்னகோசத்தில் ஜீரணமாய்க்கொண்டு வரும் ஆகாரமும் சேர்ந்து அன்னகோசத்திற்கு வேலையை அதிகப்படுத்துவதால் அதற்கு தீங்கு ஏற்படும். ஆகையால் இரண்டு போஜனங்களுக்கு இடையில் தகுந்த கால அளவு இருத்தல் அவசியம். சாப்பிட்ட உடன் அதிகமாக தேகப்பயிற்சியை தவிர்க்கவேண்டும். ஏனெனில் அப்பொழுது ஜீரண உறுப்புகள் சுறுசுறுப்பாய் வேலைசெய்வதற்கு மற்ற உறுப்புகள் உதவிசெய்யவேண்டியிருக்கும். அன்னகோசத்திலுள்ள ஆகாரம் அநேகமாய் ஜீரணமான பிறகே நாம் இரவில் தூங்கப்போவது நலம். அப்படிச் செய்வதால் தூங்கும் காலத்தில் ஜீரண உறுப்புகளுக்கு வேண்டிய ஓய்வு ஏற்பட்டு, மறுநாள் சரிவர வேலை செய்வதற்குத் தக்க

சக்தியை அவை அடைந்திருக்கும். அகால போஜனமும், பலமான சாப்பாடும் ஜீரண உறுப்புகளுக்கு அதிக வேலையைக் கொடுப்பதுடன் நம்முடைய தூக்கத்தையும் கெடுத்துவிடு கின்றன.

(d) வேளா வேளையில் உண்ண வேண்டும்.

நமது சரீரம் சாப்பிடுதல் தூங்குதல் முதலியவைகளில் ஒருவிதமாக பழக்கத்தையடைகிறது. பசியெடுக்கும்பொழுது உண்ணுவிட்டால், பசி நீங்கிப்போவது நம் அனுபவசித்தாந் தம். பசியெடுக்கும்பொழுது ஜீரண உறுப்புகள் ஆகாரத்தை எடுத்துக்கொண்டு ஜீரணிக்க தயாராயிருக்கின்றன. இப்படி ஜீரண உறுப்புகள் தயாராயிருப்பதற்குத்தான் நல்ல பசி என்று பெயர். ஆகையால் பிரதி தினமும் ஒரு திட்டமான வேளையில் பசியிருக்கும்போது சாப்பிடும் வழக்கத்தை அநு சரிக்கவேண்டும்.

(e) ஜலத்தை தாராளமாய் குடிக்கவும்.

சாப்பிடும்பொழுதும், போஜன வேளைகளுக்கு இடையி லும் ஏராளமாய் ஜலத்தை குடிக்கவேண்டும். ஆனல் வாயினுள் ஆகாரம் மெல்லும்பொழுது ஜலத்தை குடிப்பதால் ஆகாரத் தை நன்ருக மென்று தின்பதற்கு தடை ஏற்படும். சாதா ரணமாய் ஒரு மனிதனுக்கு தினம் ஒன்றுக்கு சுமார் அரை காலன் அதாவது எட்டு டம்பளர் ஜலம் அவசியம். பால், டீ, காபி முதலிய பானங்களாகவும் இந்த ஜலத்தை நாம் எடுத்துக் கொள்ளுகிருேம். காபியும், டீயும் ஆகாரமல்ல. இவை முத லில் தேகத்திற்கு உற்சாகத்தை ஏற்படுத்துவதாக தோன்றிணு லும் உண்மையில் நரம்பிற்குத் தளர்ச்சியை உண்டாக்கி, தேக ஆரோக்கியத்தை குறைக்கின்றன. இவை சிறுவர்களுக்கு தீங்கை இழைக்கக் கூடியவையாகையால் அவர்கள் இப்பா னங்களை தவிர்ப்பதே நல்லது.

(f) சாப்பிடுமிடம் சுத்தமா யிருக்கவேண்டும்.

சாப்பிடும் அறை சுத்தமாயும், வெளிச்சமுள்ளதாயும் சுத்த காற்ருேட்டமுள்ளதாயுமிருத்தல் அவசியம். பொறுமையுடனும், ஆகாரத்தில் மனதைச் செலுத்தியும் உண்ணவேண்டும். மனக்கலக்கமாயிருக்கும்பொழுதும், அவசரமாகவும் சாப்பிடக்கூடாது.

(g) மல விசர்ஜனம் சரிவர நடப்பதை கவனிக்கவேண்டும்.

நாம் உண்ணும் ஆகாரம் முழுவதும் தேகத்திற்கு உபயோகப்படுவதில்லை. தேகத்துடன் சேராத பாகம் மலக்குடலிலிருந்து (**rectum**) மலமாக வெளிப்படுத்தப்படுகிறது. இப்படி வெளிச்செல்லாவிட்டால் அது குடலில் தங்கி அழுகிப்போகும். இவ்வாறு அழுகிப் போவதால் அசுத்தங்கள் இரத்தத்துடன் சேர்ந்து தலைவலி, பசி, தூக்கமின்மை, ஜுரம், வயிற்றுப்பசம், அஜீரணம், மூலம் முதலிய அசௌகரியங்கள் ஏற்படுகின்றன. ஆகையால் தேகம் ஆரோக்கியமாயிருப்பதற்கு பிரதி தினமும் தவருமல் ஒரு தடவையாவது மல விசர்ஜனமாதல் அவசியம்.

கேள்விகள்.

1. உயிருள்ளவையும் உயிரில்லாதவையும் எவ்வாறு வித்தியாசப்படுகின்றன ?

2. (1) சராயுஜம் (viviparous). (2) அண்டஜம் (oviparous) என்ருல் என்ன ? உதாரணங்கள் கூறு.

3. முட்டையின் பாகங்களை படத்துடன் விவரி. ஒவ்வொரு பாகத்தின் உபயோகத்தையும் கூறு.

4. தாய்ப் பக்ஷி தன் குஞ்சுகளுக்கு எவ்வாறு ஆகாரத்தை ஊட்டுகிறது ?

5. பக்ஷிகளின் குஞ்சுகள் வளர்க்கப்படுவதற்கும், குட்டிபோட்டு பாலூட்டும் பிராணிகளின் குட்டிகள் வளர்க்கப்படுவதற்குமுள்ள வித்தியாசங்கள் என்ன?

6. முட்டை ஒரு நுனி சிறுத்து மற்றொரு நுனி பருத்திருப்பதின் சௌகரியங்கள் யாவை?

7. பிராணிகள் ஆகாரம் உட்கொள்ளுவதேன்?

8. பிராணிகள், தாவரங்கள் இவைகளின் ஆகாரங்களுக்குள்ள வித்தியாசங்கள் என்ன?

9. நிலம் (soil) என்பது என்ன? நிலத்தின் பல அம்சங்கள் யாவை?

10. உலர்ந்த விதையினுள் உயிர்ப்பொருள் இருப்பதை எவ்வாறு தெரிந்துகொள்வாய்?

11. அவரை விதையின் பாகங்களையும் அவைகளின் உபயோகங்களையும் விவரி.

12. விதை முளைத்தல் என்றால் என்ன?

13. சிறு பயிர் எவ்வாறு ஆகாரத்தைப் பெறுகிறது?

14. பிராணிகளும் தாவரங்களும் எவ்வாறு ஒன்றுக்கொன்று உதவுகின்றன?

15. உறுப்புகள் ஆகார வழக்கங்களுக்கு எவ்வாறு ஒத்திருக்கின்றன?

16. (1) மாமிச பக்ஷணி, (2) சாக பக்ஷணி, (3) சர்வ பக்ஷணி என்றால் என்ன? உதாரணங்கள் கொடு.

17. பூனை, குதிரை, வாத்து, கழுகு, குருவி, கோழி முதலியவைகளின் உறுப்புகள் அவைகளின் ஆகாரத்திற்குத் தக்கவாறு எவ்வாறு ஒத்திருக்கின்றன?

18. "அசை போடுதல்" என்றால் என்ன? அசை போடும் பிராணிகள் எவை?

19. பசு ஆகாரத்தை எப்படி ஜீரணிக்கின்றது?

20. பசு, குதிரை இவைகளின் ஜீரணக்கிரியைகள் எவ்வாறு வித்தியாசப்படுகின்றன?

21. நாம் ஏன் ஆகாரத்தை உட்கொள்ளுகிறோம்?

22. நாம் உட்கொள்ளும் ஆகார வகைகள் யாவை? ஒவ்வொன்றின் உபயோகங்களையும் கூறு.

23. 'கலப்பு ஆகாரம்' என்பதென்ன? கலப்பு ஆகாரம் எடுத்துக் கொள்வதேன்?

24. 'ஜீரணித்தல்' என்பது யாது?

25. ஜீரணகாரியத்தில் பற்களின் உபயோகங்கள் யாவை?

26. ஆகார சம்பந்தமான சித்தாந்தங்களைக் கூறி அவைகளின் அவசியத்தை விவரி.

27. விதை முளைப்பதற்கு வேண்டிய சாதனங்கள் யாவை?

28. அவரை விதை முளைத்தலை விவரி.

29. அணில், நண்டு, தத்துக்கிளி எவ்வாறு ஆகாரத்தை உட்கொள்ளுகின்றன?

30. சாக பக்ஷணிகளுக்கும், மாமிச பக்ஷணிகளுக்குமுள்ள வித்தியாசங்களைக் கூறு.

31. பக்ஷிகளின் குஞ்சு, மிருகங்களின் குட்டி இவைகளின் பாதுகாப்பைப் பற்றி உனக்குத் தெரிந்ததை உதாரணங்களுடன் எழுது.

அத்தியாயம் 2.

தேகவன்மையும் வளர்ச்சியும்.

1. பிராணிகளும் அவைகளின் வாசஸ்தலங்களும்.

பிராணிகள் தங்கள் வாசஸ்தலங்களுக்குத் தக்கவாறு பல விதங்களில் பொருந்தியிருக்கின்றன. இயற்கையில் உயிர் வாழ்க்கைக்கு எப்பொழுதும் போராட்டம் இருந்து வருகிறது. இந்த போராட்டம் மூன்று வகைப்படும். (1) ஒரே வகுப்புப் பிராணிகள் ஒரே விதமான ஆகாரத்திற்கு போட்டி போடுதல், (2) ஒரு வகுப்புப் பிராணிகள் மற்றொரு வகுப்புப் பிராணிகளை விழுங்க முயற்சிப்பதும் அதிலிருந்து இவை தப்பித்துக்கொள்ள தங்களாலானமட்டும் யத்தனித்தலும், (3) வாசஸ்தலங்களில் உண்டாகும் மாறுபாடுகளுடன் போராடுதல்.

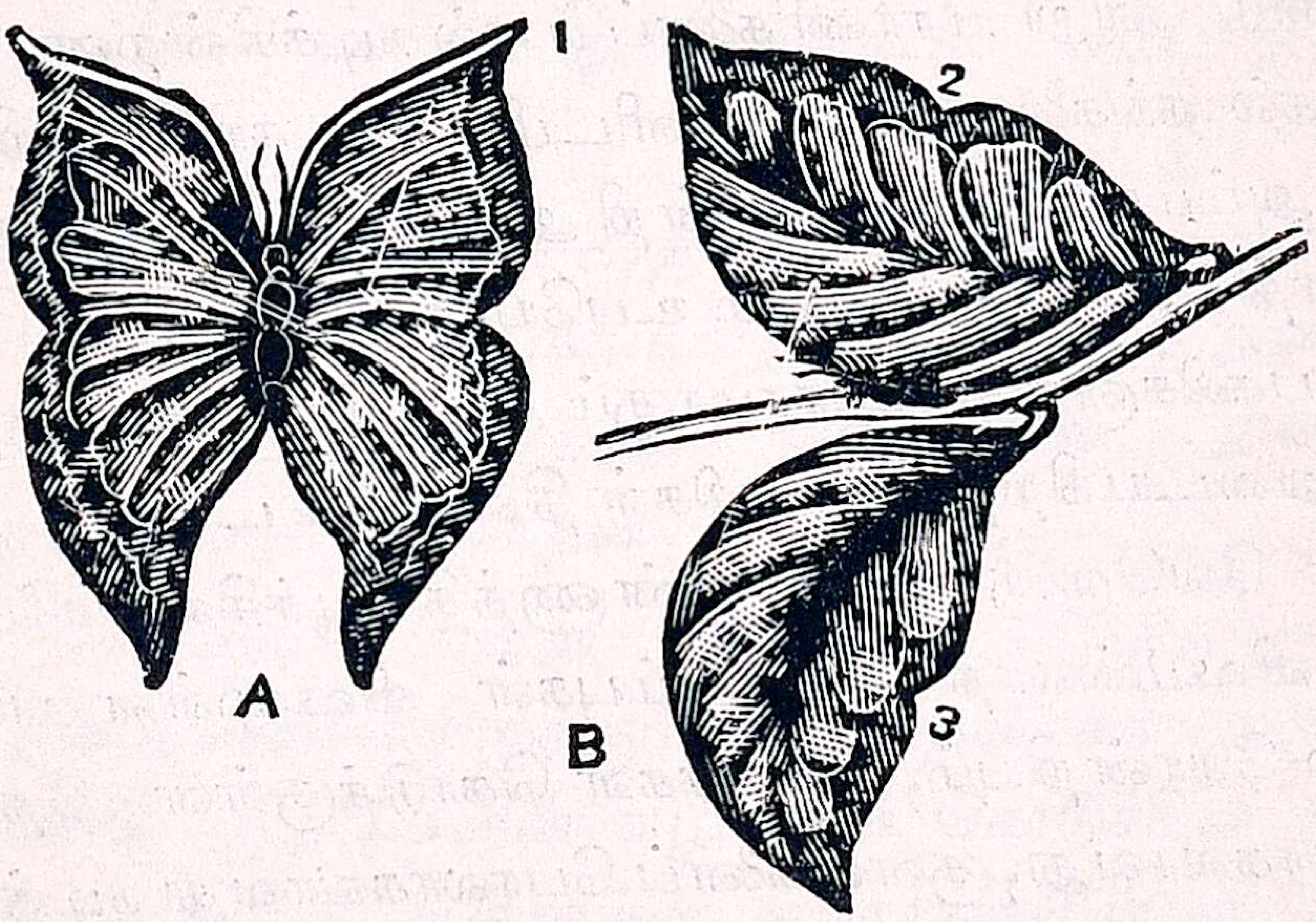
(a) நிறம்.

ஒவ்வொரு பிராணியின் நிறமும் அது இருக்குமிடத்தை ஒத்திருக்கிறது. இதனால் விரோதிகளிடமிருந்து அது தப்பித்துக்கொள்ள முடிகிறது. சமுத்திரத்திலுள்ள நீல வர்ணப் பிராணிகளும், இமப்பிரதேசத்திலிருக்கும் வெண் கரடிகளும், பச்சை இலைகளிலும், புற்களிலும் வசிக்கும் பூச்சி, பல்லி, பாம்பு, முதலியவைகளும் நமது கண்ணுக்கு சுலபமாய்ப் புலப்படுவதில்லை. இம்மாதிரியே பழுப்பு நிறமுள்ள பிராணிகள் மணற் பிரதேசங்களிலும், பாம்பு, சிறுத்தை போன்ற மேல்தோலில் புள்ளிகளுடையபிராணிகள் காடுகளின் மரநிழலிலும், புதர்களிலும் இருக்கும்பொழுது அவை நமக்கு

சுலபமாகத் தெரிவதில்லை. பக்ஷிகளின் முட்டைகள் கூட அவை இருக்குமிடத்திற்குத் தகுந்தபடி வர்ணமடைந்திருக் கின்றன. மீனின் மேற்புறம் நீல நிறமாயும், அடிப்புறம் வெண்மையாயுமிருப்பதால், மேலிருந்து பார்க்கும்பொழுது அடி மண்ணின் நிறம்போலும், அடியிலிருந்து பார்க்கும் பொழுது மேல் வெளிச்சத்தைப் போலுமிருக்கிறது.

(b) உருவம்.

பிராணிகள் நிறத்தில் மட்டுமன்றி உருவத்திலும் தாங் கள் இருக்குமிடத்திற்குத் தகுந்தாற்போலிருக்கின்றன. சில



படம் 15.

வண்ணாத்திப் பூச்சி. A. **பறத்தல்**; B. **கிளையில் தங்கியிருத்தல்.**

வகை வண்ணாத்திப் பூச்சிகள் அவை தங்கும் செடிகளின் இலை, புஷ்ப இதழ்கள் முதலியவைகளைப் போலிருக்கின்றன. அநேக விதமான கம்பளிப் பூச்சிகள் கிளைகளில் அசைவற் றிருக்கும்பொழுது மரக் குச்சிகளைப் போலும், பட்டைகளைப் போலும் காணப்படுகின்றன. பச்சோந்தி போன்ற பிராணி கள் தாங்களிருக்குமிடத்திற்குத் தக்கபடி நிறத்தை சமயோசித

மாய் மாற்றிக்கொள்ளக் கூடியவை. இருக்குமிடத்திற்குத் தகுந்தாற்போலுள்ளநிறமும் உருவமும் விரோதிகளிடமிருந்து தப்பித்துக்கொள்ளவும், தங்கள் இரையைத்தேடிக்கொள்ளவும் சில பிராணிகளுக்கு அநுகூலமாயிருக்கின்றன. சில பிராணிகள் தங்கள் பிரகாசமான வர்ணத்தால் மற்றவைகளை அணுக விடாமல் தடுக்கின்றன. நாகப்பாம்பு தன் பயங்கரமான விரிந்த படத்தினால் தன் விரோதிகளை பயமுறுத்துகிறது.

(c) வேறு பிராணிகளைப்போல் நடித்தல்.

சில பிராணிகள் தாமாகவே அதைப்பற்றிச் சிந்திக்காமல் தங்கள் அமைப்பு, வாசனை, நிறம் முதலியவைகளை மாற்றிக் கொண்டு வேறு பிராணிகளைப்போல் நடிக்கின்றன. இம்மாதிரி நடித்தல் தங்களை விரோதிகளிடமிருந்து காப்பாற்றிக்கொள்ளவும், அம்மாதிரி நடித்தாலன்றி அகப்படக்கூடாத ஆகாரத்தை சம்பாதித்துக் கொள்ளவும் உபயோகமாகிறது.

பக்ஷிகளுக்கு ஆகாரமாகும் ஒருவித வண்ணாத்திப்பூச்சி தன்னுடைய நிறத்தை பக்ஷிகள் தின்னக்கூடாதபடி அருவருப்புள்ள வேறொரு வகை வண்ணாத்திப்பூச்சியைப்போல் நடித்தும், விஷமில்லாத சில பாம்புகள் விஷமுள்ள பாம்புகளைப் போல் தோன்றியும், சில ஈக்கள் கொடுக்குள்ள தேனீக்களைப் போலாகவாவது, குளவிகளைப் போலாகவாவது நடித்தும், தின்பதற்கேற்ற கம்பளிப்பூச்சி விரோதிகளை நிறத்தால் எச்சரிக்கை செய்து பய முண்டாக்கியும் தப்பித்துக் கொள்ளுகின்றன.

மேற்சொன்னபடி தீங்கற்ற பிராணிகள் அபாயகரமுள்ளதும் அருவருப்புள்ளதுமான பிராணிகளைப்போல் தன் வெளி நிறம், அமைப்பு முதலியவைகளில் மாறுகத் தோற்றுவதற்கு நடித்தல் (mimicry) என்று பெயர். கிளி, சில வகைக் குருவிகள் விளையாட்டிற்காக வேறு பிராணிகளைப்போல் கூவுகின்ற

னவே யன்றி தாங்கள் தப்பித்துக் கொள்ளவாவது, பிறரை ஏமாற்றவாவது நடிப்பதல்ல. நடித்தல் அநேகமாக பூச்சிகளில் மட்டுமேயன்றி உயர்தர பிராணிகளில் இல்லை.

(d) விஷ உறுப்புகள்.

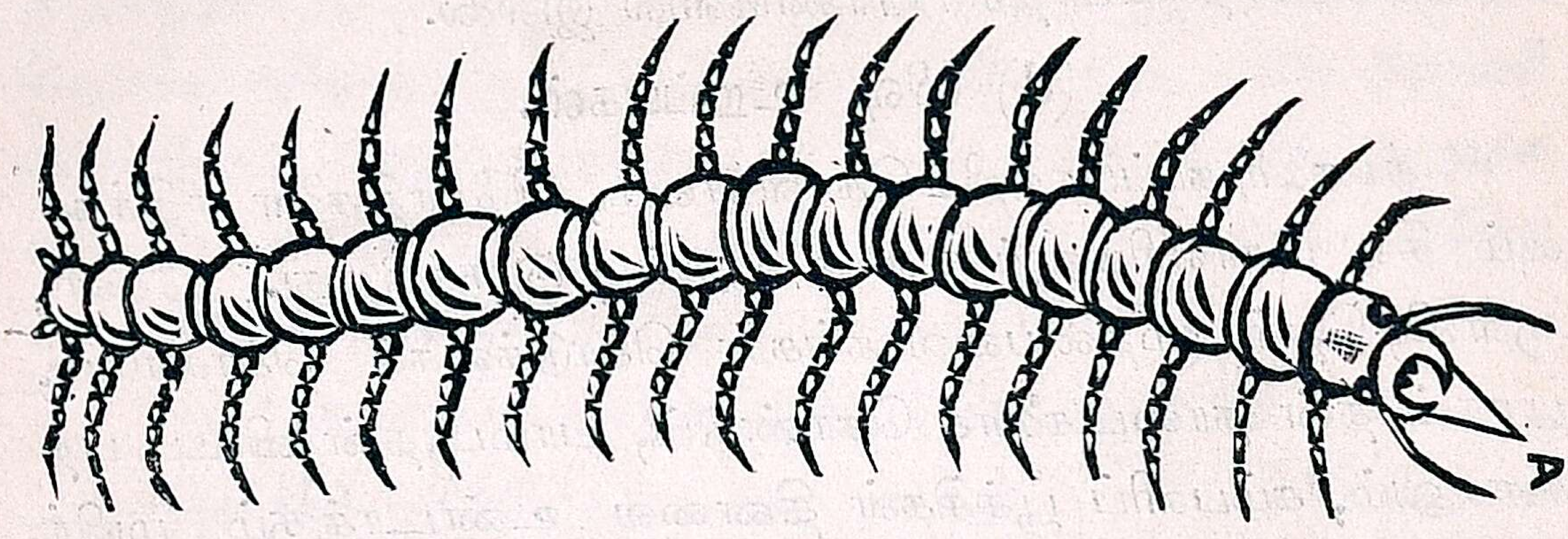
தங்களை காப்பாற்றிக் கொள்ளவும், விரோதிகளை எதிர்க்கவும் சில பிராணிகளுக்கு விஷ உறுப்பு இருக்கிறது. தேனீ, குளவி, தேள் முதலியவை தங்கள் கொடுக்கைக் கொண்டும், பூரான் தன் தாடைகளைக் கொண்டும், பாம்பு தன் விஷப் பற்களாலும், கம்பளிப் பூச்சிகள் தினவை உண்டாக்கும் மயிர்களைக் கொண்டும் தங்களை எதிரிகளிடமிருந்து தப்பித்துக் கொள்ளுவதுடன், தங்கள் ஆகாரத்தையும் சம்பாதித்துக் கொள்ளுகின்றன.

1. **தேள் கொடுக்கு:**—தேளின் வால் தசைநார்களாலாகி சுலபமாய் வளையக்கூடியது. வாலின் நுனியில் வளைந்த கொடுக்கு இருக்கிறது. கொடுக்கின் நுனியில் இரண்டு துவாரங்களிருக்கின்றன.

தேள் கொட்டும்பொழுது கொடுக்கின் பருத்த பாகத்திலுள்ள இரண்டு பைகளிலிருக்கும் விஷம் தசைகள் அழுத்துவதால் இரண்டு குழாய்களின் வழியாய்க் கொடுக்கின் நுனிக்கு கொண்டுவரப்பட்டு அதிலுள்ள துவாரங்களின் வழியாய்க் கொடுக்கினால் குத்தப்பட்ட இடத்திற்குச் செலுத்தப்படுகிறது. இந்த விஷம் சிறு பிராணிகளைக் கொல்லுவதுமன்றி நமக்கு பொறுக்கமுடியாத எரிச்சலையும், நோவையும் உண்டாக்குகிறது.

2. **பூரானின் விஷத்தாடைகள்:**—பூரான் அநேக கால்களுள்ள பிராணி. இதன் உடல் புழுவைப்போல் நீண்டு அநேக வளையங்கள் சேர்ந்து உண்டானது. ஒவ்வொரு வளையத்திலும் ஒன்று அல்லது இரண்டு ஜதை கால்களிருக்கின்

றன. இந்தக்கால்கள் பல பாகங்களாக்கப்பட்டு ஒவ்வொன்றின் நுனியிலும் நகமுடையன. இதன் வாயின் இருபக்கத்திலும்

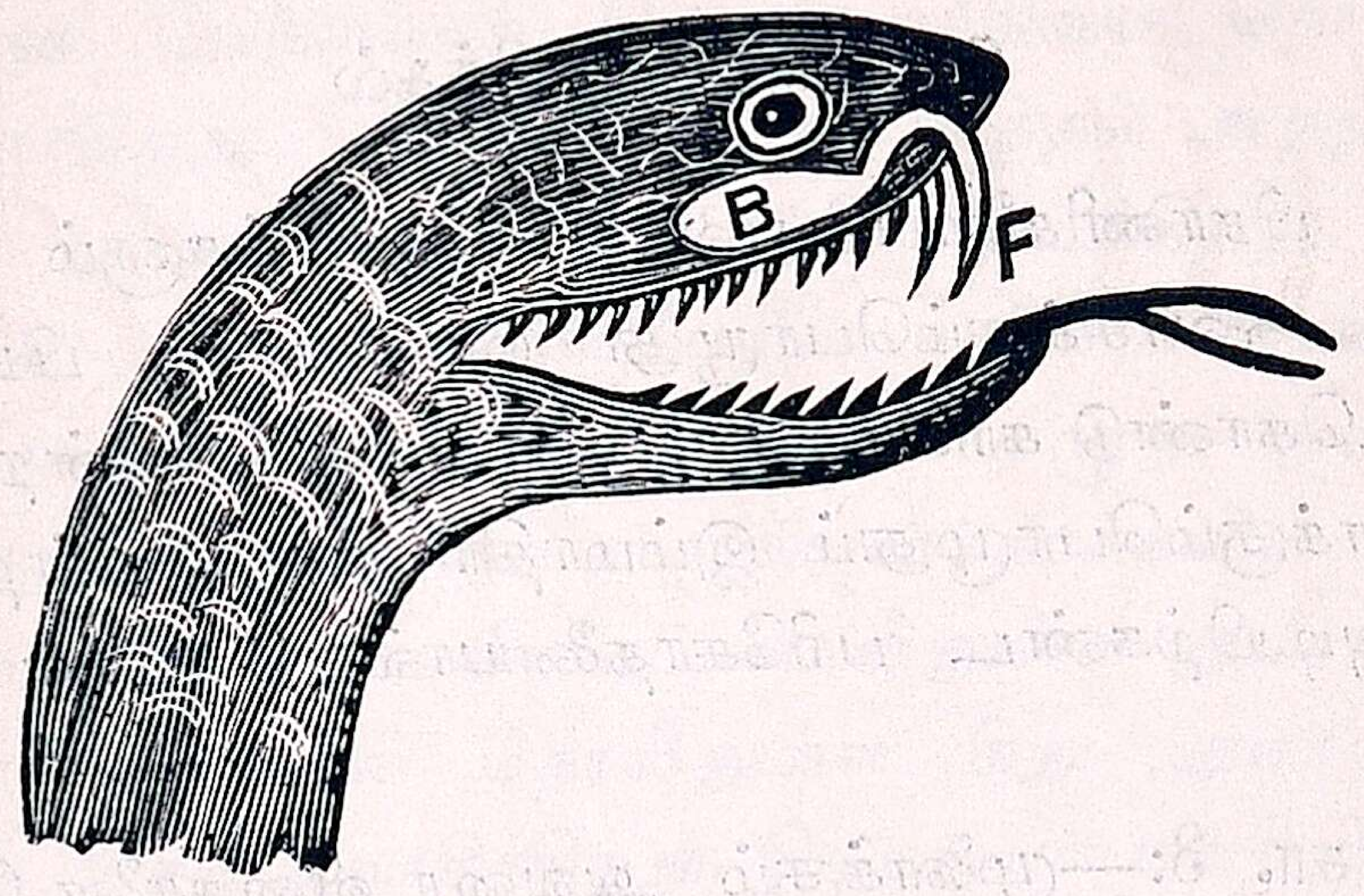


படம் 16. பூரான். A. விஷத் தாடைகள்

பக்கத்திற்கு ஒன்ருக இரண்டு கூரான தாடைகளிருக்கின்றன (படம் 16-A). இவை பிடிப்பதற்கும் உபயோகமாகும். இவை விஷப்பைகளிலிருந்து ஆரம்பித்து குழாய்களைப் போலிருப்பதால் இவைகளின் வழியாய் விஷம் இவைகளால் குத்தப்பட்ட விடத்திற்கு தசைகளால் செலுத்தப்படுகிறது. இந்த விஷம் வீக்கத்தையும், எரிச்சலையும், சகிக்கமுடியாத வலியையும் உண்டாக்குகிறது.

3. பாம்பின் விஷப்பற்கள்:—நாகப்பாம்பு, கட்டு விரியன் முதலிய பாம்புகள் விஷப்பற்களுடையன. இவை களின் மேல்வாயில் நீண்டு மெல்லியதும் கூரானதுமான இரண்டு பற்களிருக்கின்றன (படம் 17-F). இவை குழாய் போன்று உட்பக்கம் வளைந்து வேண்டாதபொழுது உறைக் குள் இழுத்துக்கொள்ளக்கூடியவை. தலையின் அகன்ற பாகத் தில் கண்களுக்குப் பின்னுலுள்ள விஷப்பைகளுடன் (படம் 17-B) இவை சேர்க்கப்பட்டிருக்கின்றன. பாம்பு கடிக்கும் பொழுது இந்த விஷப்பற்கள் விஷத்தால் நிரப்பப்பட்டு உறைகளிலிருந்து வெளிவந்து கடிக்கப்பட்ட பிராணியின்

சதையினுள் பதிந்துவிடுகின்றன. இப்பொழுது விஷப்பைகள் சுருங்கி, விஷம் பற்களிலுள்ள குழாயின் வழியாய் கடி காயத்



படம் 17. பாம்பின் தலை. B. விஷப்பை. F. விஷப்பற்கள்.

தில் பீரிட்டு உட்செலுத்தப்படுகிறது. விஷம் இரத்தத்துடன் கலந்து தேகமுழுதும் பரவுகிறது.

பாம்பு ஒரு தடவை கடித்தவுடன் மறுதடவை கடித்தால் விஷம் அதிகமா யிராது. சில பாம்புகள் தவிர மற்றவை அநேகமாய் விஷமில்லாதவை. குளிர் தேசங்களிலும், நீரிலும் வாழும் பாம்புகள் சாதாரணமாய் விஷமற்றவை.

4. கம்பளிப் பூச்சியின் மயிர்கள் :—கம்பளிப்பூச்சிகளில் அநேக வகைகளுக்கு உடம்பு முழுவதும் தடித்த சிறிய மயிர்களிருக்கின்றன. இவைகளைத் தொடும் பிராணிகளின் உடம்பில் முட்கள்போன்ற இந்த மயிர்கள் குத்திக்கொண்டு உடைந்து போகின்றன. இந்த உடைந்த பாகமிருக்குமிடத்தில் எரிச்சலும் தினவும் உண்டாகிறது. இவை உயரத்திலிருந்து விழும் பொழுது தாக்கப்படாமலிருப்பதற்கும் இந்த மயிர்கள் உபயோகமாகின்றன.

தேனீ, குளவி முதலியவைகளும் தங்களுக்கிருக்கும் கொடுக்கைக்கொண்டு விரோதிகளிடமிருந்து தங்களைக் காப்

பாற்றிக்கொண்டும், ஆகாரத்தை சம்பாதித்துக்கொண்டும் வாழ்கின்றன.

செடிகள் சுவாசித்தல்

1. பிராணிகளைப்போலவே தாவரங்களும் சுவாசிக்கின்றன. சுவாசிக்கும்பொழுது இவைகளும் பிராணவாயுவை உட்கொண்டு கரியமிலவாயுவை வெளிவிடுகின்றன. விதைகள் முளைக்கும்பொழுதும் இம்மாதிரி சுவாசிக்கின்றன என்பதை அடியிற்கண்ட பரிசோதனையால் தெரிந்து கொள்ளலாம்.

ப-சோ. 3:—முளைக்கும் அவரை விதைகளை கொஞ்சம் ஜலமுள்ள இரண்டு கண்ணாடி ஜாடிகளில் போட்டு அவைகளின் வாயைக் கண்ணாடித் தட்டால் மூடு. சில மணிகாலம் கழித்து ஒரு ஜாடியில் எரியும் மெழுகுவத்தியை நுழை. எரியும் வத்தி அணைந்து விடுகிறது. மற்றொன்றில் தெளிவான சுண்ணாம்பு ஜலத்தைவிட்டு ஜாடியைக் குலுக்கு. தெளிந்த சுண்ணாம்பு ஜலம் பால்போலாகிறது. இவைகளினால் ஜாடிகளில் விதைகள் முளைக்கும் பொழுது கரியமில வாயு உண்டாயிருக்க வேண்டுமென்று தெரிகிறது. ஜாடிகளிலுள்ள விதைகள் முளைக்கும் பொழுது அவை வாயுவிலுள்ள பிராணவாயுவை உபயோகித்து, கரியமிலவாயுவை வெளிவிட்டிருக்க வேண்டும். செடிகள் முளைக்கும்பொழுது அவை பிராணிகளைப்போலவே சுவாசிக்கின்றன என்றும், விதை முளைப்பதற்கு ஈரத்துடன் வாயுவும் தேவை யென்றும் இதனால் தெரிகிறது. பூமியிலுள்ள விதை மண்ணின் இடைவெளிகளிலுள்ள வாயுவிலிருக்கும் பிராணவாயுவை உபயோகிக்கிறது.

முளைக்கும்போது மட்டுமன்றி செடி அதன் ஆயுள் முழுவதும் சுவாசிப்பது அவசியம். வாயுவிலிருந்து எடுத்துக்

கொள்ளப்பட்ட பிராணவாயு செடியின் சவ்வு (tissue) வளர்வதற்கும், அதன் அவயவங்கள் செய்யவேண்டிய முக்கியமான வேலைகளைச் செய்ய சக்தியை கொடுக்கவும் உபயோகமாகிறது. பிராணிகள் சுவாசித்தல் அதற்கென்று ஏற்பட்ட உறுப்புகளில் மட்டும் நடக்கிறது. செடி சுவாசித்தல் ஜீவணுக்களிருக்கும் எல்லாப்பாகங்களிலும் இரவும் பகலும் நடக்கிறது. அப்பொழுது உஷ்ணமும் ஏற்படுகிறது. இலைகளிலுள்ள சூக்ஷ்மரந்தரங்களின் (stomata) வழியாயும், தண்டின் பட்டையிலுள்ள துவாரங்களின் வழியாயும், வேர்களின் தோலிலுள்ள சிறு துவாரங்களின் வழியாயும் செடி சுவாசிக்கிறது. செடியைச் சுற்றி நிலத்தைக் கொத்துவது மண் தளர்ந்து, வாயு உட்புகுந்து வேர்கள் நன்ருய் சுவாசிப்பதற்காகத்தான். தண்டு பசுமையாயிருக்கும்பொழுது அதிலுள்ள சுவாசிக்கும் துவாரங்கள் சிறியவைகளாயிருந்து, பட்டை முதிர முதிர இத்துவாரங்களும் பெரியவைகளாகின்றன. இத்துவாரங்களுக்கு லெண்டிசல்கள் (lenticels) என்று பெயர். இலைகளின் கீழ்பரப்பில் சூக்ஷ்மரந்தரங்கள் மேல்பரப்பி லிருப்பதைவிட அதிகம்.

ஜலத்திலிருக்கும் வாயு அதில் வளரும் செடிகள் சுவாசிப்பதற்கு போதுமான அளவு இல்லை. இந்த செடிகளுக்கு வேண்டிய அளவு பிராண வாயு அவைகளிலுள்ள குழாய்களின் வழியாய் எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது. இவைகளின் அகன்ற இலைகளிலுள்ள சூக்ஷ்மரந்தரங்கள் இலைக் காம்பிலுள்ள வாயு தங்கும் பாகங்கள் வழியாய் தண்டுகளிலும் வேர்களிலுமுள்ள வாயு தங்கும் பாகங்களோடு சேர்க்கப்பட்டிருப்பதால், பிராணவாயு செடிமுழுவதும் சுலபமாயும் சீக்கிரமாயும் பரவுகிறது. இந்த செடிகளின் இலைகள் அதிகமாக அகன்ற, தண்டுகளில் சதைப்பற்று இல்லாமல் வாயு

தங்கும் அறைகள் அதிகமாயிருப்பதால் அவைகள் சுவாசிப்ப தற்கு வேண்டிய வாயுவை இலைகள் எடுத்துக்கொள்ளு கின்றன. சதுப்பு நிலத்திலுள்ள செடிகளின் வேர்கள் ஜலத் தின் அடியில் பூமியில் ஊன்றியிருக்கின்றன. அவைகளின் தண்டும், கிளைகளும் முழுவதும் ஜலத்திற்கு மேலாவது, ஜலத்தில் ஒரு பாகமும் ஜலத்திற்குமேல் ஒருபாகமுமாக வாவது இருக்கும். வாயு மண்டலத்திலிருந்தும், ஜலத்தி லிருந்தும் இலைகளிலும் தண்டுகளிலுமுள்ள துவாரங்களின் வழியாய் செடிகள் வாயுவை எடுத்துக்கொள்ளுகின்றன. வேர்களிலிருந்து சிறு வேர்கள் மேலே சென்று ஜலத்திற்கு மேலிருப்பதால் அவைகளும் வாயுவை சுவாசிக்கின்றன. இந்த வேர்களுக்கு சுவாசிக்கும் வேர்கள் (breathing roots) என்று பெயர்.

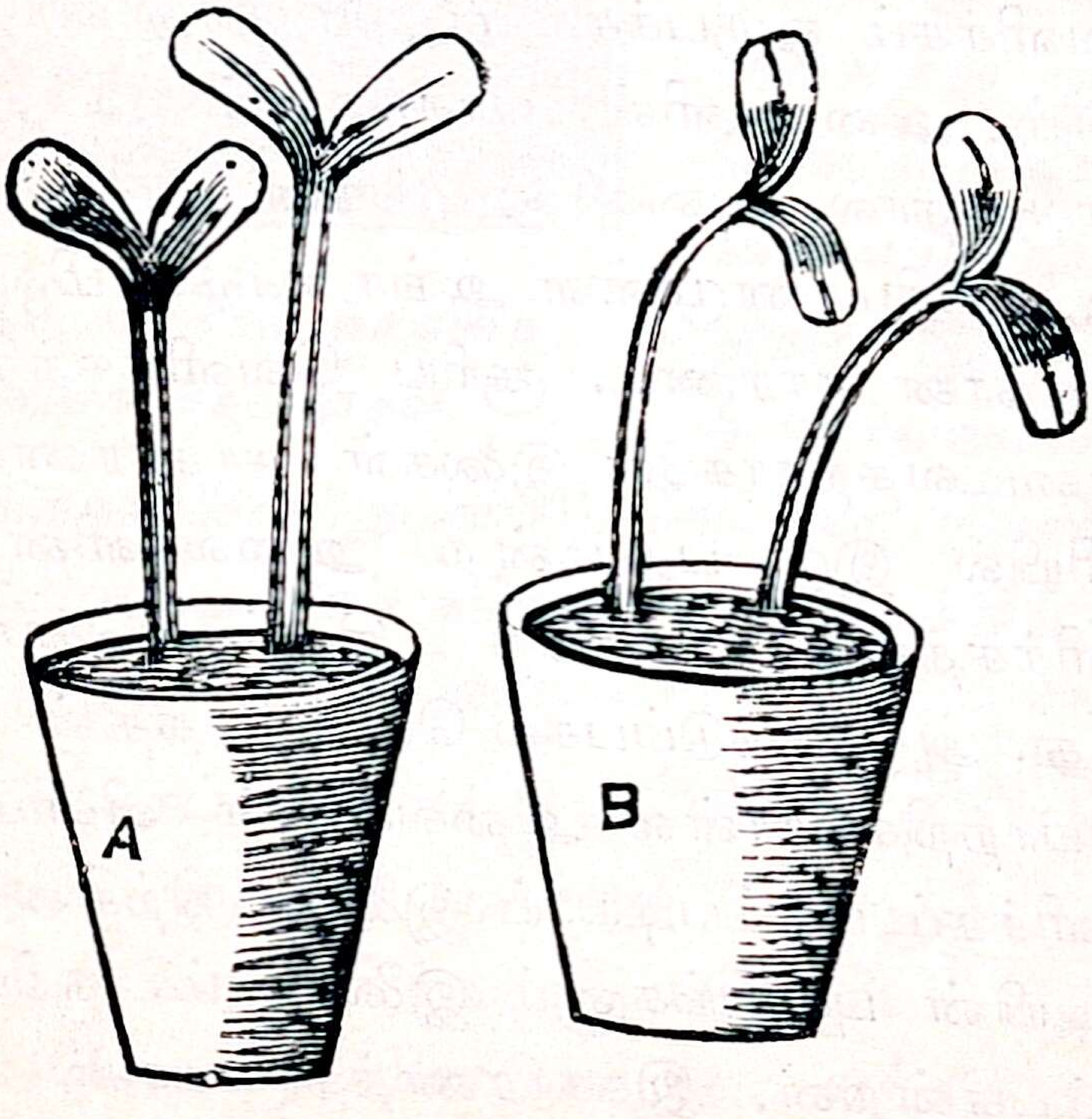
3. தாவரங்களின் பாகங்கள் சலனமடைதல்.

தாவரங்கள் வளரும்பொழுது அவைகளின் பாகங்க ளாகிய தண்டு மேல் நோக்கியும், வேர் கீழ் நோக்கியும் வளரு கின்றன. இந்த வளர்ச்சியை கவனிக்கும்பொழுது அவை சில விதிகளை அனுசரிப்பதைப் பார்க்கிறோம். தாவரங்களின் பாகங்கள் நகருதல் (a) பூ ஆகர்ஷண சக்தி, (b) வெளிச்சம், (c) ஜலம் இவைகளால் ஏற்படுகிறது.

(a) பூ ஆகர்ஷண சக்தி:—பூமிக்கு வஸ்துக்களை தன்பால் இழுக்கும் சக்தி உண்டு. இதற்கு ஆகர்ஷண சக்தியென்று பெயர். இச்சக்தியை அனுசரித்து தாவரங்கள் ஒரு ஸ்திர நிலையை அடைகின்றன. சில பாகங்கள் ஆகர்ஷண சக்தியை யொட்டி அதே திசையிலும் மற்றும் சில இந்த சக்திக்கு எதிர்முகமாகவும் வளருகின்றன. உதாரணமாக ஆணிவேர் களும், விழுதுகளும் ஆகர்ஷண சக்தியை அனுசரித்து கீழ்

நோக்கியும், தண்டுகள் இதற்கு எதிர்முகமாக மேல்நோக்கியும் வளருகின்றன. பக்க வேர்கள் நாலா பக்கங்களிலும் பரவுகின்றன.

(b) வெளிச்சம்.—செடிகள் செழித்து வளருவதற்கு வெளிச்சம் அவசியம். தண்டு வெளிச்சத்தை நோக்கியும், வேர் பூமிக்குள்ளும் வளர்கின்றன. இருட்டில் வளரும் செடிகள் மெலிந்து நீண்டும், ஜலம் நிறைந்து வெளுத்த தண்டுகளுள்ளதுடன் சிறிய இலைகளையுமுடையன. வெளிச்சத்தில் வளரும் செடிகள் செழித்து பசுமையாயும், குறுகிய தண்டையும், அகன்ற பச்சை இலைகளையுமுடையன. செடிகள் பகலில் வளர்வதைவிட இரவில் அதிகமாய் வளர்கின்றன. செடிகள் பகலில் சேகரிக்கும் உணவுப் பொருள்கள் இரவில் அவைகளின் பல பாகங்களுக்குக் கொண்டுபோகப்பட்டு உபயோகப்



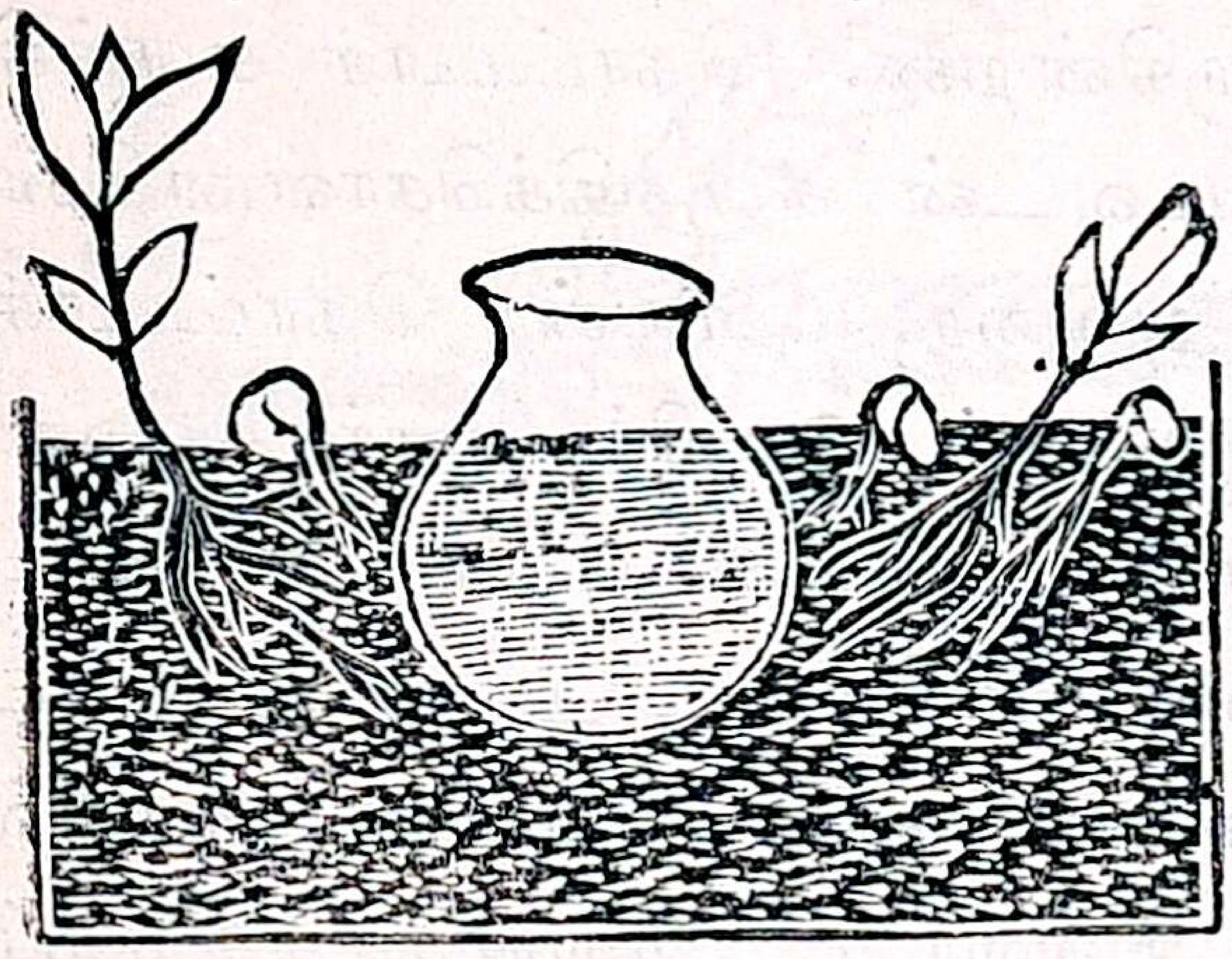
படம் 18. A. பயிர்களின் வெட்டவெளியில் வளர்ச்சி.
B. பயிர்களின் ஜன்னலில் வளர்ச்சி.

படுத்தப்படுவதால் இரவில் அவைகளின் வளர்ச்சி அதிகம். வெட்ட வெளியில் வளரும் செடியையும் ஜன்னலில் வளரும் செடியையும் ஒத்திட்டுப்பார். வெட்ட வெளியில் வளரும் செடிகள் படம் 18-A-ல் காட்டியபடி நேராக நிமிர்ந்தும், ஜன்னலில் வளரும் செடி படம் 18-B-ல் காட்டியபடி வெளிச்சத்தை நோக்கி வளைந்து மிருக்கின்றன. ஆகையால் செடிகள் வெளிச்சத்தை நோக்கிச்சென்றே வளர்கின்றனவென்று தெரிந்துகொள்ளுகிறோம். படரும் செடிகளும் இக்காரணத்தினால்தான் படர்ந்து தங்களுக்கு ஆதரவாயிருக்கும் செடிகளையுங்கூட அழித்துவிடுகின்றன. சூரிய வெளிச்சத்தை அதிகமாக கிரகித்துக்கொள்ள கிளைகள் வெகு தூரம் எல்லாப் பக்கங்களிலும் சென்று இலைகளில் வேண்டிய அளவு சூரிய வெளிச்சம் படும்படியாய் அவைகளை பரப்புகின்றன. வெளிச்சத்தை அதிகமாய் எடுத்துக்கொள்ளும் கிளைகள்தான் உறுதியாயிருக்கின்றன. வெளிச்சம் ஒருபக்கம் மட்டுமிருந்து வந்தால், மெல்லிய செடிகளும் அவைகளின் பாகங்களும் அந்தப் பக்கமே வளைந்து வளருவதால், அவை ஒழுங்கீனமா யிருக்கின்றன. கிளைகளும் ஒரே பரிமாணமுள்ள அங்க லக்ஷணமில்லாமலிருப்பதற்கும் இதுதான் காரணம். சூரிய வெளிச்சத்தின் அனுகூலத்தை அடைவதற்காகவே இலைகள் சாதாரணமாய் கிளைகளின் நுனியில் இருப்பதுமன்றி அவைகளின் அகன்ற பாகம் வெளிச்சத்தை நோக்கித் திருப்பிக்கொள்ளும் சக்தியுமுடையது. ஆனால் நடுப்பகல் வெளிச்சத்தின் கொடூரத்தினின்று காப்பாற்றிக்கொள்ள அவைகளின் விளிம்பின் மேல் மட்டும் வெளிச்சம் படும்படியாய் இலைகள் நிற்கின்றன. சூரிய காந்திச் செடியின் புஷ்பங்களும் இலைகளும் சூரியனிருக்கும் திக்கில் திரும்புகின்றன. இக்காரணத்தால்தான் வெளிச்சம் அதிகமாயிருக்கும் பக்கத்தில் கிளைகளும், இலைகளும், பூக்

களும் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. இலைகளின்மேல் வெளிச்சமும் வாயுவும் அதிகமாகப்படுவதற்கு இலைகள் ஒன்றை ஒன்று மறைத்து நிழல் தட்டாமலிருக்கும்படி தண்டில் அவை ஒழுங்காகச் சேர்க்கப்பட்டிருக்கின்றன.

(c) ஜலம் :—வேர்கள் எப்பொழுதும் ஈரத்தை நோக்கிச் செல்லும் சுபாவமுடையன.

ப-சோ. 4:—மரத்தூள் உள்ள தொட்டியில் ஜலம் நிறைந்த மண் பாத்திரத்தை படம் 19ல் கண்டபடி வைத்து அதைச்சுற்றி வெவ்வேறு தூரத்தில் ஊறின அவரை விதைகளை நடு. பாத்திரத்தை அப்போதைக்கப்போது ஜலத்தால் நிரப்பிவைத்து ஒரு வாரம் சென்ற பிறகு பாத்திரத்தை எடுத்துப் பார். பாத்திரம் இருந்த பள்ளத்தில் வெவ்வேறு தூரத்திலுள்ள விதைகளிலிருந்து வரும் வேர்களை கவனி. வேர்கள் பாத்திரத்திலிருந்து ஈரம் கசிந்துள்ள இடத்திற்குச் செல்லுகின்றன என்று தெரிகிறது.



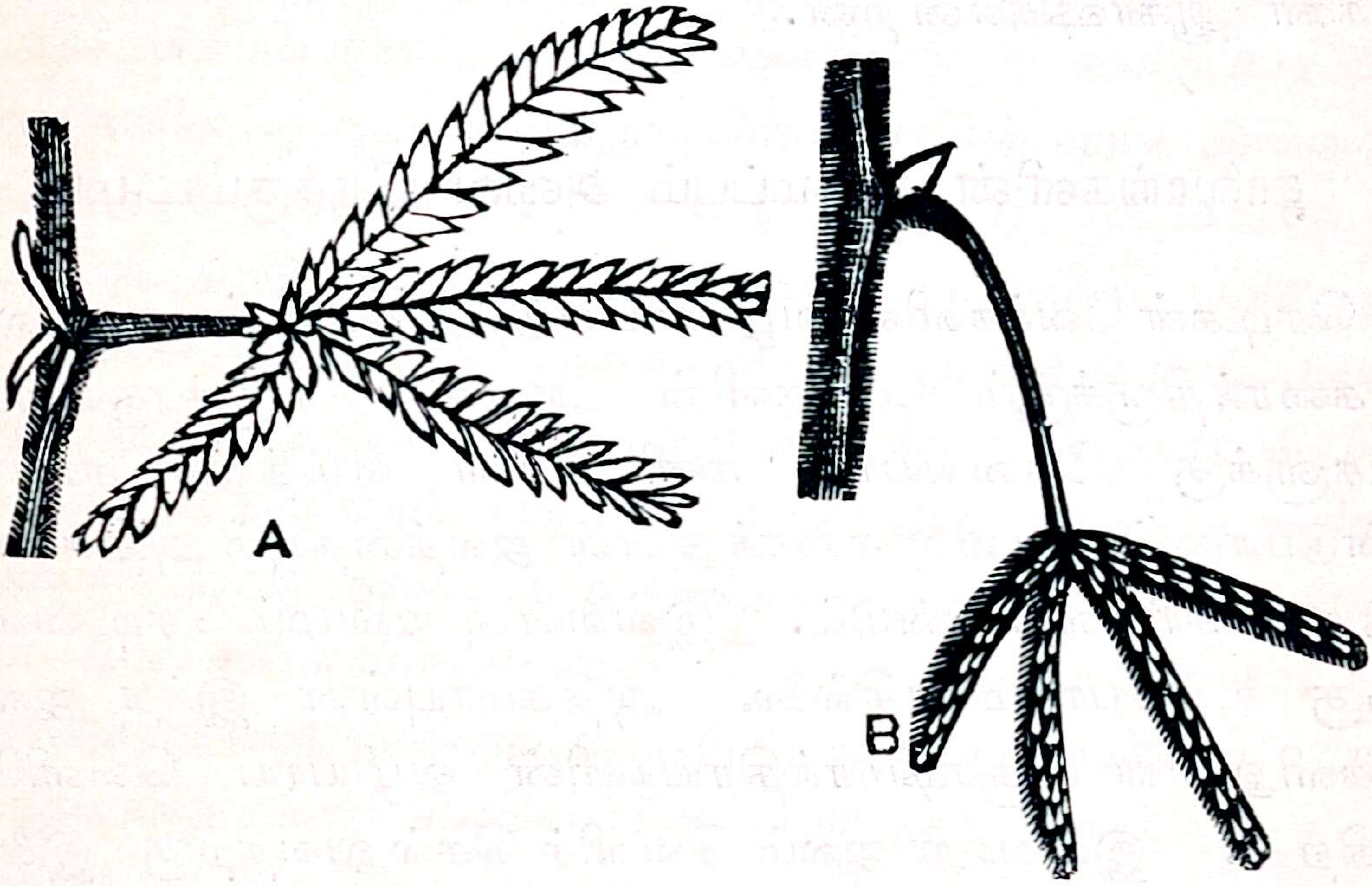
படம் 19. வேர்கள் ஈரத்தை நோக்கிச் செல்லுதல்.

விதை எந்தப் புறமாக திரும்பியிருந்தபோதிலும் முளையின் கீழ்பாகம் முதலில் வளர்ந்து கீழே பூமியினுள்சென்று செடியை பூமியில் பதித்துவைப்பதுமன்றி, பூமியிலிருந்து ஆகாரத்தை செடிக்குக் கொடுக்கிறது. எந்தத் தடையிருந்தபோதிலும் அதைக் கடந்து வேர் ஈரத்தின் புறமாகவே செல்லும் இயல்புடையது.

செடிகளின் உறுப்புகள் நகருதல்:—வேர், தண்டு, கிளை, இலை முதலியவைகள் பூஆகர்ஷணம், ஈரம், வெளிச்சம், உஷ்ணம் முதலியவைகளுக்குத் தகுந்தாற்போல் நகர்ந்து வளருகின்றனவென்று முன் பார்த்தோம். இக்காரணங்களால் செடியின் வளரும் பாகங்கள் செல்லும் திசை வித்தியாசப்படும்.

முற்றும் வளர்ந்து முதிர்ந்த பாகங்களும் சிலவற்றில் வெளித்தூண்டுதலினால் நகருகின்றன. சில செடிகளின் இலைகள் தொடப்படுதல், காற்று, வெளிச்சம் முதலியவைகளால் தாக்கப்படுதல், உஷ்ண நிலை மாறுபடுதல் ஆகிய இவைகளால் நகர்த்தப்பட்டு மூடிக்கொள்ளுகின்றன. தொட்டாச் சுருங்கியின் இலைகள் தொடப்பட்டவுடன் சுருங்கிக்கொள்ளுகின்றன. வேலம், பட்டாணி, அவரை, புளியன், தொட்டாச் சுருங்கி முதலியவைகளின் இலைகள் இரவில் தளர்ந்து ஒன்றோடொன்று மடிந்துகொண்டும், பகலில் அதிகமாக சூரிய வெளிச்சத்தை அடைவதற்கு விரிவடைந்து விறைப்பாயுமிருக்கின்றன. இலைக்காம்புகளும் பகலில் நிமிர்ந்து இரவில் தொங்கிக்கொண்டிருக்கும். இவ்வாறு வெளிச்சத்திற்கும் இருட்டிற்கும் தக்கவாறு செடிகளின் உறுப்புகள் நடந்துகொள்ளுகின்றன. இரவில் மேற்சொன்ன செடிகளின் இலைகள் தூங்குகின்றன என்றே கூறலாம். இரவில் மடிந்திருக்கும் இந்த இலைகளில் பனிபடியாததால் செடியின் வளர்ச்சி தடுக்கப்படாமலும், இலைகளின் வெளிப்பரப்பு குறைவதால் உஷ்ணம் வெளிச்செல்வது குறைந்துமிருக்கும். உஷ்ணம் அதிகமான பகற்காலங்களில் இலைகளின் பரப்பில் சூரியகிரணங்கள் அதிகமாகப்படாமலிருக்கும்படி யிருப்பதால் ஜலம் ஆவியாவதும் குறைவுபடுகிறது. ஆகையால் தான் உஷ்ணம் அதிகமாயுள்ள பகற்காலங்களிலும், அவை இருட்டறைக்குள்ளிருக்கும்பொழுதும், இராக்காலங்களிலும் இச்செடிகளின்

இலைகள் வாடித் தொங்கிக்கொண்டிருக்கின்றன. தொட்டாச் சுருங்கி, சண்டியு (sun-dew) இவை இரண்டும் இந்த வகுப் பைச் சேர்ந்தவை. இவைகளின் இலைகளைத் தொட்டவுடன் அவை சுருங்கிக்கொள்ளுகின்றன. பின் சொன்ன செடி சதுப்பு நிலங்களில் வளருகிறது. அதன் இலைகளையும் புஷ் பங்களையும் பூச்சிகள் அணுகுகின்றன. இலையிலுள்ள பசை யினால் இப்பூச்சிகள் ஒட்டிக்கொள்ளப்பட்டு அதிலுள்ள மயிர்



படம் 20. தொட்டாச்சுருக்கி. A. தொடப்படுவதற்குமுன் B. தொடப்பட்ட பிறகு.

போன்ற நீண்ட பாகங்கள் பூச்சிகளை தப்பித்துக்கொள்ள முடியாமல் மூடிக்கொள்ளுகின்றன. இந்த பூச்சிகளிலுள்ள சத்தை ஆகாரமாக செடி எடுத்துக்கொண்ட பிறகு இலை மறு படியும் விரிந்துகொள்ளுகிறது.

அநேகமாய் புஷ்பங்கள் பகலில் மலர்ந்து இரவில் மூடிக் கொள்ளுகின்றன. ஆனால் சில புஷ்பங்கள் இரவில் மலர்ந்து பகலில் மூடிக்கொள்ளுகின்றன. இலைகளும் புஷ்பங்களும் இருட்டில் மூடிக்கொள்ளுவது அவை தூங்குவதற்கென்றே சொல்லலாம். புஷ்பங்கள் இரவில் மூடிக்கொள்ளுவது அவை களின் உட்பாகங்களின் உஷ்ணம் வெளிச் செல்லாமலிருப்ப தற்கும், அவை பனியினாலும் மழையினாலும் நாசமடையாம லிருப்பதற்கும் தான். சூரிய வெளிச்சத்தில் அவை மலர்ந்து பூச்சிகளை ஆகர்ஷிக்கின்றன.

4. தாவரங்களின் அமைப்பும் அவை யிருக்குமிடமும்.

செடிகள் வேர்களின் வழியாய் எடுத்துக்கொள்ளும் ஜலத் தில் கரைந்திருக்கும் உப்புகளின் அளவு வெகுக் குறைவு. செடிகளுக்கு தேவையான கனிஜங்களை எடுத்துக்கொள்ள வேண்டுமானால், அவை கரைந்துள்ள ஜலத்தையும் அதிகமாக எடுத்துக்கொள்ளவேண்டும். இவ்வளவு ஜலமும் செடி வளர் வதற்கு உபயோகமாவதில்லை. அதிகமாயுள்ள இந்த ஜலம் இலைகளிலுள்ள சூக்ஷ்மரந்திரங்களின் வழியாய் வெளியே போகிறது. இவ்வாறு ஜலம் வெளிச் செல்லுவதற்கு இலைக ளின் வழியாய் ஜலம் ஆவியாதல் (transpiration) என்று பெயர்.

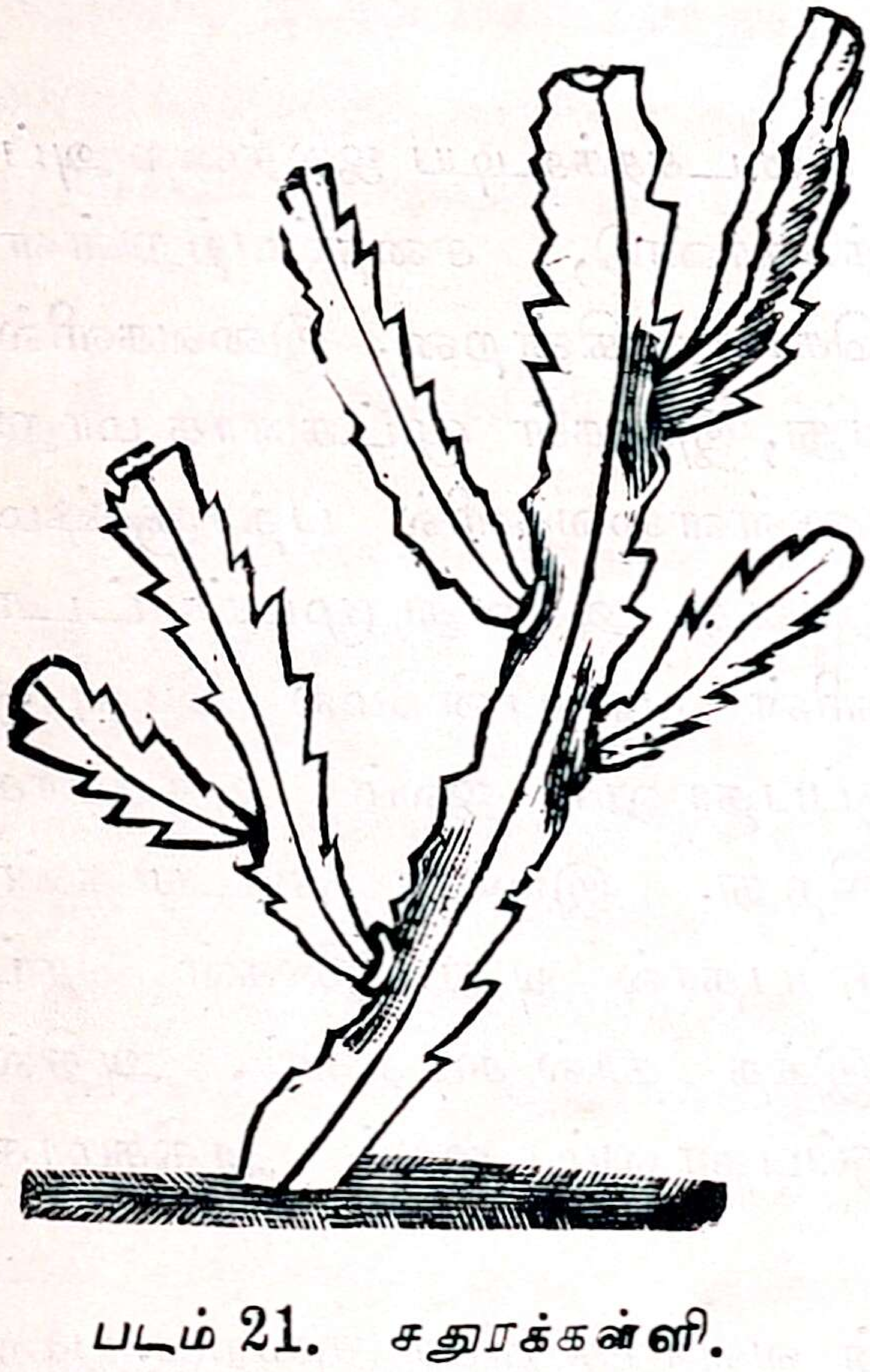
ஜலம் குறைவாயுள்ள பாலைவனங்களிலுள்ள செடி களுக்கு ஜலம் அதிகமாக ஆவியாகாமலிருப்பதற்கு தேவை யான ஏற்பாடுகள் வேண்டியிருக்கின்றன. கள்ளி, கத்தாழை, பிரண்டை, பனை, தாழை முதலியவைகள் ஜலக்குறைவான பிரதேசங்களிலும் வளரக்கூடியவை. இவைகள் உள் சதைப் பற்று உள்ளனவாயும், முட்கள் நிறைந்துள்ளனவாயு மிருக்

கும். இவைகளின் மேல்தோல் தடித்தும், அதற்குள்ளிருக்கும் ஜீவணு அறைகள் (**cortex**) சிறுத்தும், கள்ளியைப் போல் இலைகளில்லாமலுமிருக்கின்றன. இவைகளின் வேர்கள் அதிகம். இவை ஆழத்தில் சென்று வெகு தூரம் பரவி ஜலத்தை எல்லாப் பக்கங்களிலிருந்தும், வெகு தூரத்திலிருந்தும் எடுத்துக்கொள்ளக் கூடியவை. இவைகளின் தண்டின் தோல் பசுமையா யிருக்கிறது.

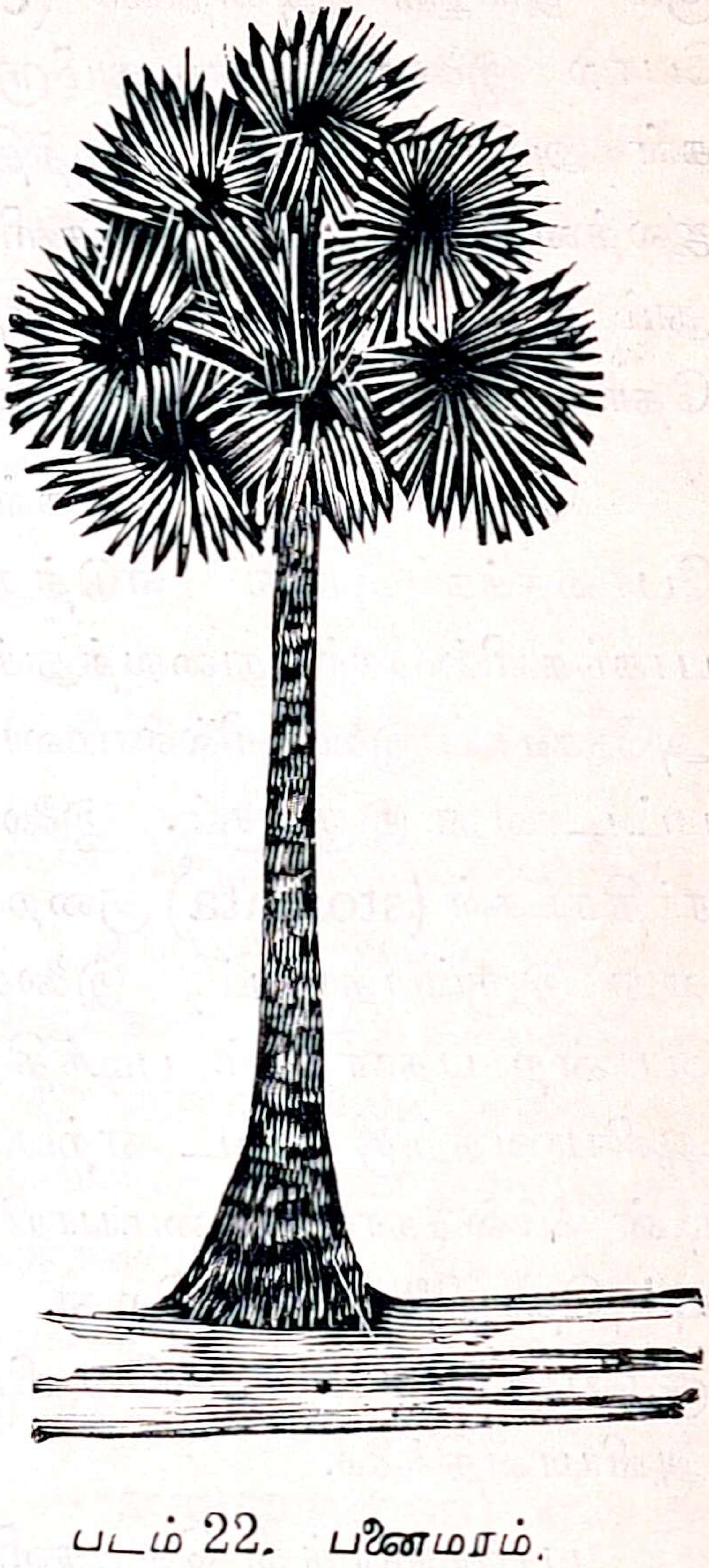
மேற்சொன்ன செடிகள் கிடைக்கக்கூடிய ஜலத்தை அப்போதைக்கப்போது எடுத்துக்கொண்டு, சதைப்பற்றுள்ள பாகங்களில் சேர்த்துவைத்துக் கொள்ளுகின்றன. இவைகளில் அநேகமாய் இலைகளில்லாமலாவது, இலைகள் முட்களாக மாறுபட்டாவது இருக்கும். இலைகளுள்ளவைகளில் பத்ரசூக்ஷ்மரந்திரங்கள் (stomata) குறைந்தாவது அல்லது மூடப்பட்டாவது இருப்பதாலும், இலைகளின் பரப்பின்மேல் மெழுகு போன்ற பதார்த்தம் படிந்திருப்பதாலும் ஜலம் அதிகமாக ஆவியாவதற்கு தடை ஏற்படுகிறது. இவைகளுடைய தண்டின் மேல்தோல் பசுமையாயிருப்பதால் அது இலைகள் செய்யும் தொழிலைச் செய்கிறது. இந்த தோல் தடித்தும், அதில் சூக்ஷ்மரந்திரங்கள் சிலவே யிருப்பதாலும் ஜலம் அதிகமாக ஆவியாவதில்லை.

பாலைவனத்து செடிகளின் வளர்ச்சி மிகக் குறைவு. பனைமரம்போன்ற வனந்தரச் செடிகளின் உட்பாகம் கொஞ்சம் உலர்ந்த கடற்பஞ்சு போலிருந்து ஜலத்தை உட்கொள்ளுகிறது. தண்டில் துளைகளைச் செய்தபோதிலும் அவைகளின் வழியாய் ரசம் வெளிவருவதில்லை. மழைகாலங்களில் கிடைக்கும் ஜலத்தையும் ஆகாரத்தையும் சேர்த்துவைத்துக்கொண்டு மழையில்லாத காலங்களிலும், வெயிற்காலங்களிலும் அவைகளை உபயோகித்து இச்செடிகள் ஜீவிக்கின்றன. கள்ளி,

சப்பாத்தி முதலியவை மழைகாலத்தில் ரசமும், சதைபற்றும்



படம் 21. சதுரக்கள்ளி.

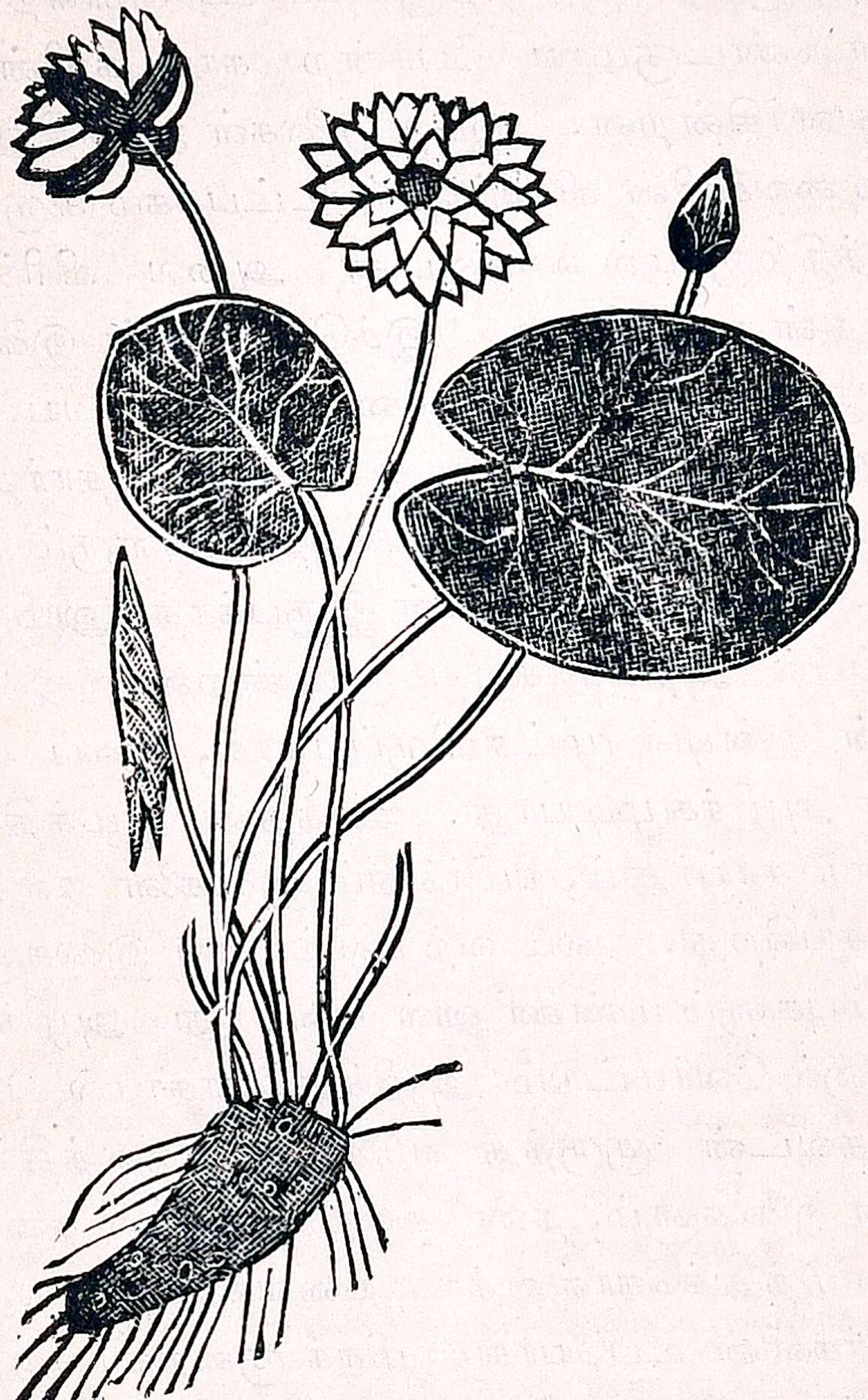


படம் 22. பனைமரம்.

அதிகமுள்ளவை. வெயிற்காலங்களில் இவை உபயோகப் படுத்தப்பட்டு செடிகள் சுருங்கி இருக்கும்.

ஜலத்தில் வளரும் செடிகள்:—செடிகளில் அநேகம் உவர்ப்பு இல்லாத ஜலத்தில் வளர்கின்றன. அவை பருமன், உருவம், தங்கள் இனத்தை விருத்திசெய்தல் முதலியவை களில் விசேஷமாக வித்தியாசப்படுகின்றன. இச்செடிகளின் உறுப்புகள் ஜலத்தில் வாழ்வதற்கு அனுகூலமாய் அமைக்கப்

பட்டிருக்கின்றன. இவைகளுக்கு ஆணிவேரும், வேர்த்தூய்களுமில்லாமல் சல்லிவேர்கள் மட்டுமிருக்கின்றன. இவைக



படம் 23. அல்லிச்செடி.

ளின் வேர் மண்ணிற்குள் சென்றுவது, அல்லது பூமிக்குள் செல்லாமல் மேலே மிதந்துகொண்டாவது இருக்கும். இவைகளின் வேர்கள் செடிகளை ஓரிடத்தில் இருக்கும்படி செய்வதற்குத் தான் உபயோகப்படுகின்றன. இவைகளின் தண்டு

சதைப் பற்றுள்ள பாகம் குறைந்து, தடித்தகுழாய்போலிருப்பதால் அதில் வாயு அதிகமா யிருக்கிறது. இந்த வாயு செடி சுவாசிப்பதற்கும், மிதப்பதற்கும் உபயோகமாகிறது. தண்டுகளிலுள்ள நீண்டகுழாய் போன்ற காம்புகளின் நுனியில் இலைகள் வளர்கின்றன. இந்த இலைகள் ஜலத்தினுள்ளிருக்குமளவும் அவைகளின் விளிம்புகள் உட்பக்கம் சுருண்டிருந்து, ஜலமட்டத்திற்குமேல் வந்தவுடன் அவை விரிந்து, காம்பு வளர்வது நின்றுவிடுகிறது. இச்செடிகளின் இலைகள் மேல் பரப்பில் சூக்ஷ்மரந்திரங்கள் நிறைந்துள்ளவையாயும், ஜலம் ஒட்டிக்கொள்ளாதபடி மெழுகுபோன்ற பதார்த்தம் படிந்துள்ளவையாயுமிருக்கின்றன. நிலத்தில் வளரும் செடிகளின் இலைகளிலோ சூக்ஷ்மரந்திரங்கள் இருபக்கத்திலுமிருப்பதோடு அடிப்பரப்பில் அதிகமாகவு மிருக்கின்றன. ஜலத்திலுள்ள செடிகளின் தண்டில் முட்களிருப்பதால், ஜலப் பிராணிகள் இவைகளை அழிக்கமுடியாது. ஜலத்தின் ஆழத்திற்குத் தக்கவாறு தண்டு சாய்ந்தும், நிமிர்ந்தும் இலைகளை ஜலத்தில் மிதக்கும்படி செய்கிறது. ஜலம் வற்றிவிட்டால் இலைகளும் அவைகளின் காம்புகளும் மண்ணினுள் புதைந்து அழிந்துவிடுகின்றன. ஆனல் வேர்மட்டும் அழிந்துபோகாமல் மறுபடியும் ஜலம் வந்தவுடன் குருத்து விடுகிறது. ஜலத்தில் வளரும் செடிகளின் இலைகளும், தண்டுகளும் ஜலத்தில் கரைந்த ஆகாரத்தை எடுத்துக்கொள்ளக்கூடியவைகளாதலால், இவைகளுக்கு வேர்களின் உபயோகம் மிகக் குறைவு. ஜலத்தினுள் மூழ்கியிருக்கும் செடிகளின் இலைகள் பல பாகங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டிருப்பதால் அவைகளில் ஜலத்தை கிரகித்துக்கொள்ளும் பாகம் அதிகரிக்கிறது.

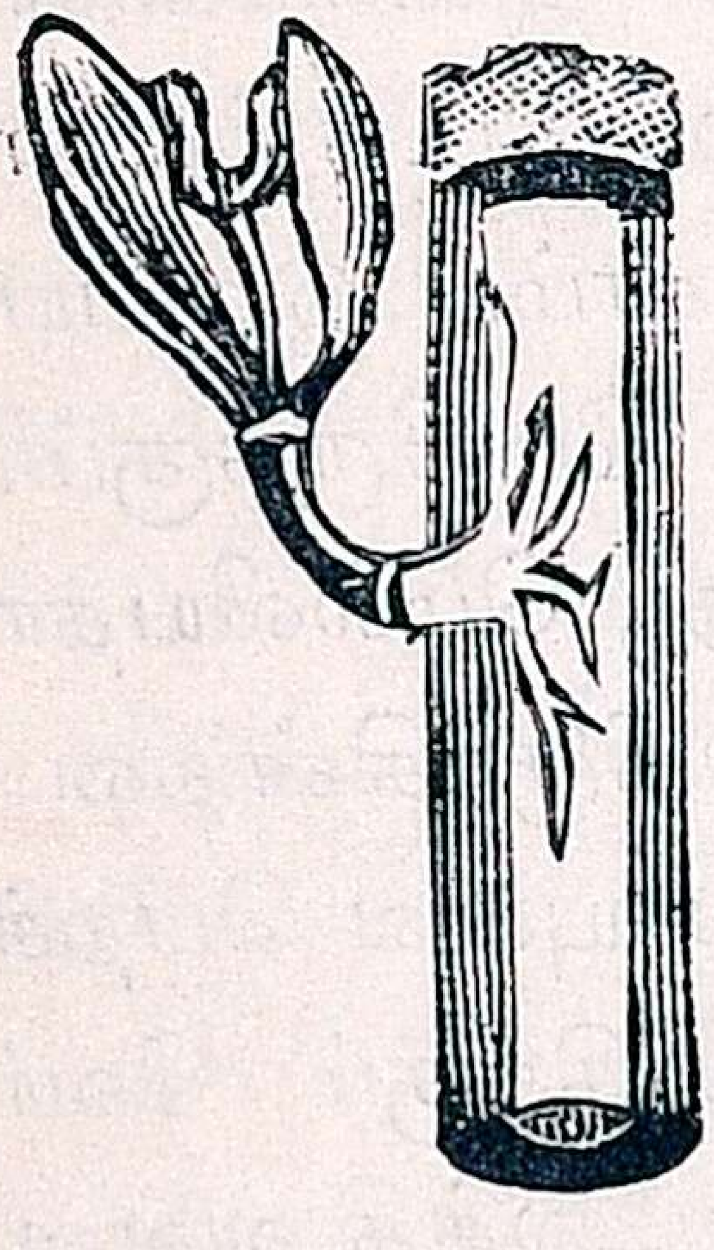
ஜலத்தில் வளரும் செடிகளின் புஷ்பங்கள் :—ஜலத்தில் வளரும் செடிகளின் புஷ்பங்கள் ஜலமட்டத்திற்குமேல் உண்

டாகின்றன. இவை சூரிய உதயத்திற்கு பின் மலர்ந்து இரவில் மூடிக்கொள்ளுகின்றன. இப்புஷ்பங்கள் அழகான நிறமுள்ளவைகளாதலால் பூச்சிகள் அவைகளை அணுகுகின்றன. ஜலத்தினுள் மூழ்கியிருக்கும் செடி புஷ்பிப்பதில்லை. அல்லி, தாமரை முதலியவை ஜலத்தில் வளர்ந்து புஷ்பிக்கும் செடிகள். பாசி, வேலம்பாசி முதலியவை ஜலத்தினுள்ளிருக்கும் செடிகள். இவை வெகு நுட்பமானதும் ஒரே சிற்றறையுள்ள (**cell**) ஜீவணுக்கள் உள்ளதுமானவை. இவைகளில் வேர், தண்டு, இலை என்ற பாகங்களில்லை. அநேக சிற்றறைகளுள்ள பெரிய செடிகளில் நடக்கும் முக்கியமான எல்லாத் தொழில்களும் இவைகளிலும் நடக்கின்றன. ஒவ்வொரு ஜீவணு சிற்றறையும் ஜலத்திலிருந்து நேராக உணவுப் பொருள்களை எடுத்துக்கொள்ளுகிறது.

சதுப்பு நிலச்செடிகள் :—சதுப்பு நிலங்களிலும் செடிகள் வளருகின்றன. இந்த செடிகளை ஆற்றங்கரையோரங்களிலும் குளம், குட்டைகளின் சமீபத்திலும் காணலாம். இவைகளின் வேர்களும், சில சமயங்களில் தண்டுகளும் ஜலமட்டத்தினுள்ளேயே இருக்கின்றன. இவைகளுக்கு நீண்ட காம்பு இருப்பதால் இவைகளின் இலைகள் ஜலமட்டத்திற்கு மேலிருக்கும். ஜலமட்டத்திற்கு கீழிருக்கும் இலைகள் சிறுத்து, மெல்லியதாயும், அநேக சிறுபாகங்களாக பிரிக்கப்பட்டுமிருக்கின்றன. இச் செடிகளின் வேர்கள் வேண்டிய அளவு வாயுவை பெறக்கூடாதவையாகையால் இவைகளிலிருந்து சுவாசிக்கும் வேர்கள் ஜல மட்டத்திற்குமேல் வந்து வாயுமண்டலத்திலுள்ள வாயுவை சுவாசிக்கின்றன. இச்செடிகளில் சில தண்டிலாவது, வேர்களிலாவது உள்ள விசேஷமான சவ்வு (**tissue**) களைக் கொண்டு சுவாசிக்கின்றன.

சமுத்திரக்கரையோரங்களிலுள்ள செடிகள் :—சமுத்திரக்கரையோரங்களிலுள்ள செடிகளுக்குச் சமீபத்தில் அதிக ஜலம் இருந்தபோதிலும், அவை ஜலத்தை அதிகமாக எடுத்துக்கொள்ளுவதில்லை. அதிக உப்பு கரைந்த சமுத்திர ஜலத்தை இந்த செடிகள் எடுத்துக்கொண்டால் இவைகளிலுள்ள ஜீவணுக்களின் வேலை தடைப்படும். ஆகையால் இவை பாலைவனத்துச் செடிகளைப்போல் கொஞ்சமாகவே ஜலத்தை எடுத்துக்கொள்ளுவதுமன்றி, இவைகளிலிருந்து ஆவியாக மாறும் ஜலமும் வெகு குறைவாகவே யிருக்கிறது. இவைகளுக்கு சல்லி வேர்களும், சதைப்பற்றுள்ள தண்டுகளும், தடித்து சிறுத்த இலைகளுமிருப்பதால் இவைகளால் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்ட ஜலம் தண்டுகளிலும் இலைகளிலும் சேகரித்து வைக்கப்பட்டு, ஆவியாக மாறும் ஜலத்தினளவும் வெகு குறைவாகிறது.

புல்லுருவி :—அநேகமாய் செடிகள் தங்கள் வேர்களின் வழியாய் ஆகாரப் பொருள்களை எடுத்துக்கொண்டு அவைகளை தங்களுக்கு வேண்டிய ஆகாரமாக மாற்றிக்கொள்ளுகின்றன. சில செடிகள் வேறு செடிகளிலிருந்து தங்களுக்கு வேண்டிய ஆகாரத்தை எடுத்துக்கொண்டு வளருகின்றன. இவைகளுக்கு புல்லுருவி (படம். 24) என்று பெயர். இவைகளுக்கு செடிகளின் பிரகாண்டத்திலுள்ள (shoot) அநேக பாகங்கள் குறைந்திருந்தபோதிலும் எல்லா பாகங்களுமுள்ள புஷ்பங்கள் உண்டு.



படம். 24.
புல்லுருவி.

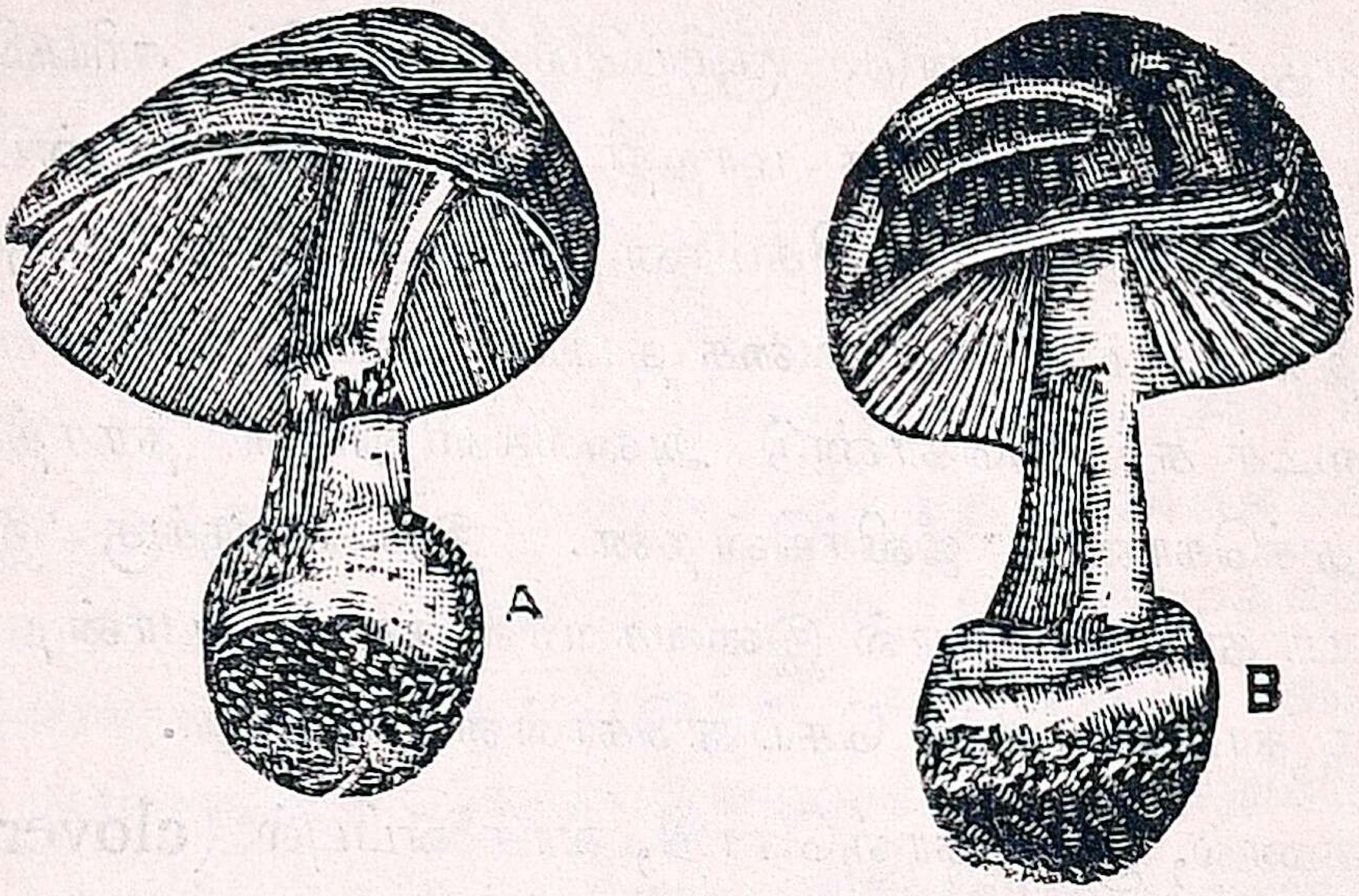
புல்லுருவி அநேகமாய் வேம்பு, மா, ஆல், பனை முதலிய மரங்களில் வளருகிறது. இவைகளின் தண்டு மெலிந்து சில கிளைகளும், இலைகளுமே உள்ளன. இவை

களின் ஒருவகை தாங்கள் வளரும் செடிகளின் தண்டிலிருந் தாவது, வேர்களிலிருந்தாவது ஜலத்தையும், உப்புகளையும், தங்கள் இலைகளின் வழியாய் வாயுவிலுள்ள கரியமிலவாயுவை யும் எடுத்துக்கொண்டு, சூரியவெளிச்சத்தில் கரியமிலவாயு வைப் பிரித்து தரசமாக மாற்றி ஆகாரத்தை உண்டாக்கிக் கொள்ளுகின்றன. பலவிதமான பாசிகள் இந்த வகுப்பைச் சேர்ந்தவை. மற்றொரு வகை தாங்கள் வளரும் செடிகளின் தண்டைச் சுற்றிக்கொண்டு அவைகளிலுள்ள தரசத்தையே எடுத்துக்கொண்டு ஜீவிக்கின்றன. இவைகளுக்கு இலைகள் கிடையாது. ஆகையால் இவைகளால் தரசம் போன்ற ஆகா ரத்தை தாங்களாகவே செய்துகொள்ளமுடியாது.

சணல், பூனைக்காஞ்சொறி, வாசனைப்புல் (clover) முத லிய செடிகளில் வளரும் டாடர் (dodder) என்னும் புல் லுருவி தனியாக பூமியிலிருந்து முளைத்தபோதிலும் அது பிறகு பக்கத்திலுள்ள செடிகளைச் சுற்றிக்கொண்டு அவைகளி னுட்செலுத்தப்படும் உறிஞ்சும் வேர்களின் வழியாய் தனக்கு வேண்டிய ஆகாரத்தை அவைகளிலிருந்து பெறுகின்றது. இப்பொழுது நிலத்திலிருக்கும் தண்டு அழிந்து விடுகிறது.

காளான்:—அழுகும் அல்லது அழிந்துபோன வஸ்துக் களில் சாதாரணமாய் காளான் முளைக்கும். காளான் (படம் 25), பூஞ்சு முதலியவை குப்பைகளிலும், நொந்துபோன மரங்களிலும், ரொட்டி, வெண்ணெய் முதலிய ஆகாரப்பொ ருள்களிலும் மழை காலங்களில் அநேகமாய் காணப்படுகின் றன. நாய்க்கொடை என்பது ஒருவிதக் காளான். இவைக ளின் ஜீவணுக்களின் அறைகளில் தரசமும், இலைப்பச்சைப் பொருளும் இல்லாததால், அழுகிப்போகும் பிராணிகள், தாவரப் பொருள் முதலியவைகளைக்கொண்டு இவை ஜீவிக் கின்றன. இவைகளின் ஜீவிய காலம் வெகு குறைவான

போதிலும், இவை விருத்தியடைவது வெகு சீக்கிரம். இவைகளில் அநேகம் தானியங்களேயும், மரங்களேயும் நாசஞ்செய்யக்



படம் 25. காளான்கள்.

கூடியவை. இவைகளில் சிலவற்றை மனிதர்கள் உணவாக உபயோகிக்கிறார்கள்.

5. தாவரங்களுக்கும் பிராணிகளுக்குமுள்ள சம்பந்தம்.

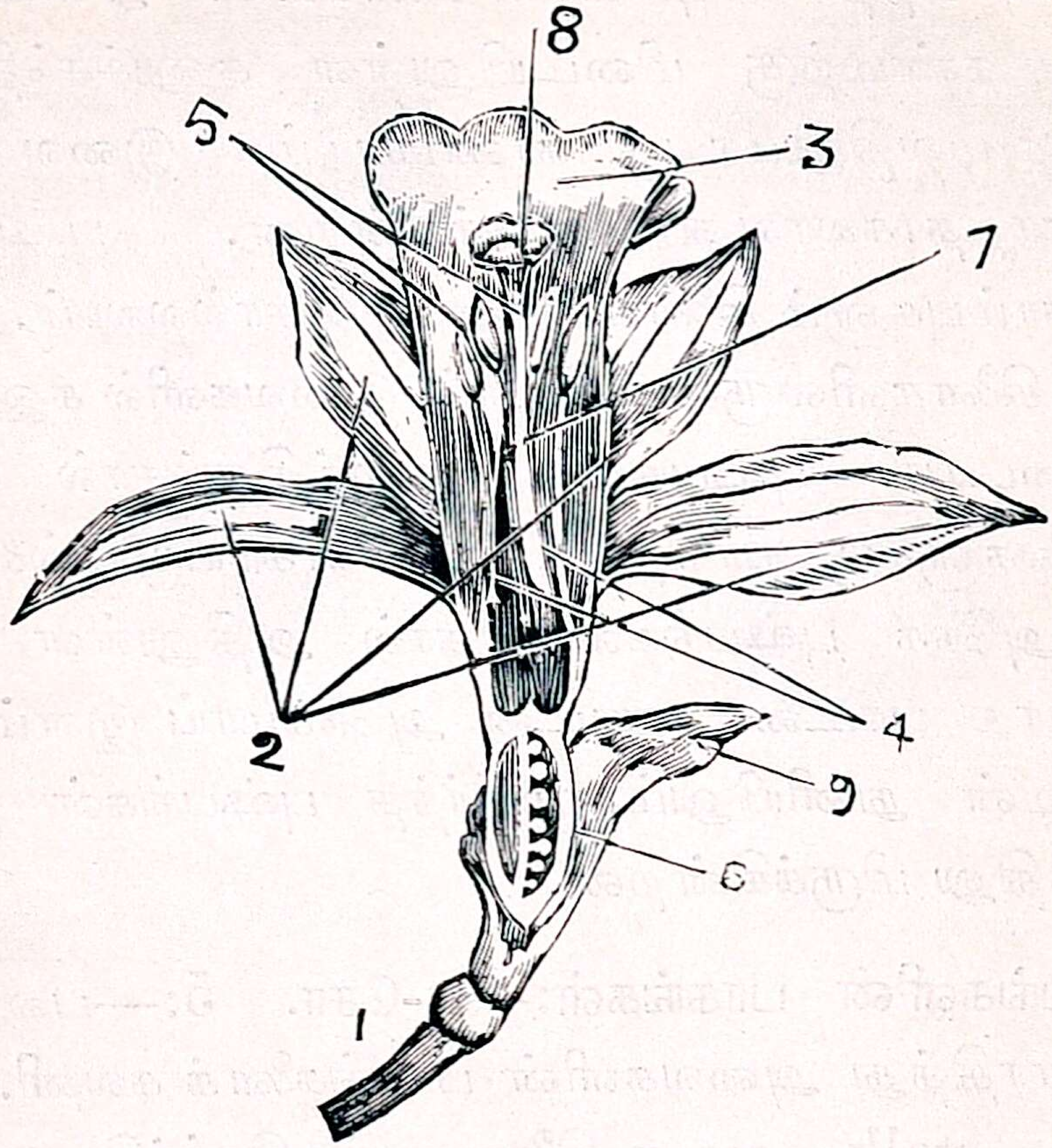
தாவரங்களும் பிராணிகளும் ஒன்றுக்கொன்று ஆகார விஷயங்களில் உதவி செய்கின்றன. புஷ்பங்களின் மகரந்தஸ்பரிசம் உண்டாதல், விதைகள் பரவுதல் முதலியவைகளுக்கும் பிராணிகளே தாவரங்களுக்கு உதவியாயிருக்கின்றன.

புஷ்பங்கள் :—புஷ்பங்கள் பலநிறங்களும் வாசனையுமுள்ளதால் அவை பார்வைக்கு வெகு அழகாயிருக்கின்றன. புஷ்பங்கள் கிளைகளில் இலைகளுக்குமேல் நீண்டு வளர்ந்து செடிகளுக்கு அழகைத் தருகின்றன. இவை நமக்கு பல வகைகளில் உபயோகமாவதுடன் தாவரங்கள் தங்கள் இனத்தை விருத்திசெய்து கொள்வதற்கும் முக்கிய காரணமாயிருக்கின்றன.

செடியில் புஷ்பங்களிருக்கும் பாகங்கள் :—புஷ்பங்கள் தாமரைச் செடியின் வேரிலிருந்து நீண்டிருக்கும் தண்டின் நுனியிலும், மற்ற செடிகளில் கிளைகளின் நுனியிலாவது, இலைக்கும் தண்டிற்கு மிடையிலுள்ள கணுச்சந்திலாவது, தண்டில் முழுவதிலுமாவது காணப்படும். இவை தனித்தாவது கொத்தாகவாவது இருக்கின்றன. புஷ்பங்களைத் தாங்கும் காம்புகளும் கிளைகளென்றே சொல்லலாம். ஆனால் சாதாரண கிளைகளிலிருப்பதுபோல் இவைகளில் கணுக்குருத்துகள் கிடையா. புஷ்பங்கள் தனித்திருந்தால் அவைகளால் இலைகளுக்கு யாதொரு அசௌகரியமுமில்லை. ஒரே தண்டில் அநேக புஷ்பங்களிருந்தால் அதிலுள்ள இலைகள் சிறுத்து மாறு பாடடைவதுடன் அநேகமாய் இளம் புஷ்பங்கள் தண்டின் நுனியிலும், முதிர்ந்த புஷ்பங்கள் தண்டின் அடிபாகத்திலு மிருக்கின்றன.

புஷ்பங்களின் பாகங்கள்:—ப-சோ. 5:—பல புஷ்பங்களை பரிசோதித்து அவைகளின் பாகங்களைக் கவனி. புஷ்பத்தின் காம்பு (stalk) அதை கிளையுடன் சேர்க்கிறது. புஷ்பத்தின் அடியில் பசுமை நிற முள்ள மூடிக்கு புஷ்பகோசம் (calyx) என்று பெயர். இது ஊமத்தை, பூவரசு இவைகளிலிருப்பது போல் ஒன்றாகவாவது, நெறிஞ்சி, ஆவாரை இவைகளிலிருப்பது போல் தனித்தனியாகவாவது இருக்கின்றன. தனித்தனியாயிருக்கும் புஷ்பகோசத்தின் ஒவ்வொரு பாகத்திற்கும் புறவிதழ் (sepal) என்று பெயர் (படம் 26). புறவிதழின் உட்பாகம் அநேகமாய் புஷ்பத்தின் நிறத்தையே கொண்டிருக்கும். புஷ்பம் மொட்டாக இருக்கும்பொழுது புறவிதழ் மொட்டைக் காப்பாற்றுகிறது. புஷ்பம் காயாக மாறும் பொழுது, புஷ்பகோசம் சிலவற்றில் உலர்ந்தும், சிலவற்றில் பெருத்து காயுடன் சேர்ந்தும், மற்றுஞ்

சிலவற்றில் குறுகியு மிருக்கும். புஷ்ப கோசத்தினுள்ளிருக்கும் வட்டத்திற்கு தளவட்டம் (corolla) என்று பெயர்.



படம் 26. புஷ்பத்தின் பாகங்கள். 1. காம்பு 2. புறவிதழ்கள் 3. தளங்கள். 4. கேசரத்தாள்கள் 5. மகரந்தபை. 6. அண்டாசயம், 7. கீலம், 8. கிலாக்ரம்.

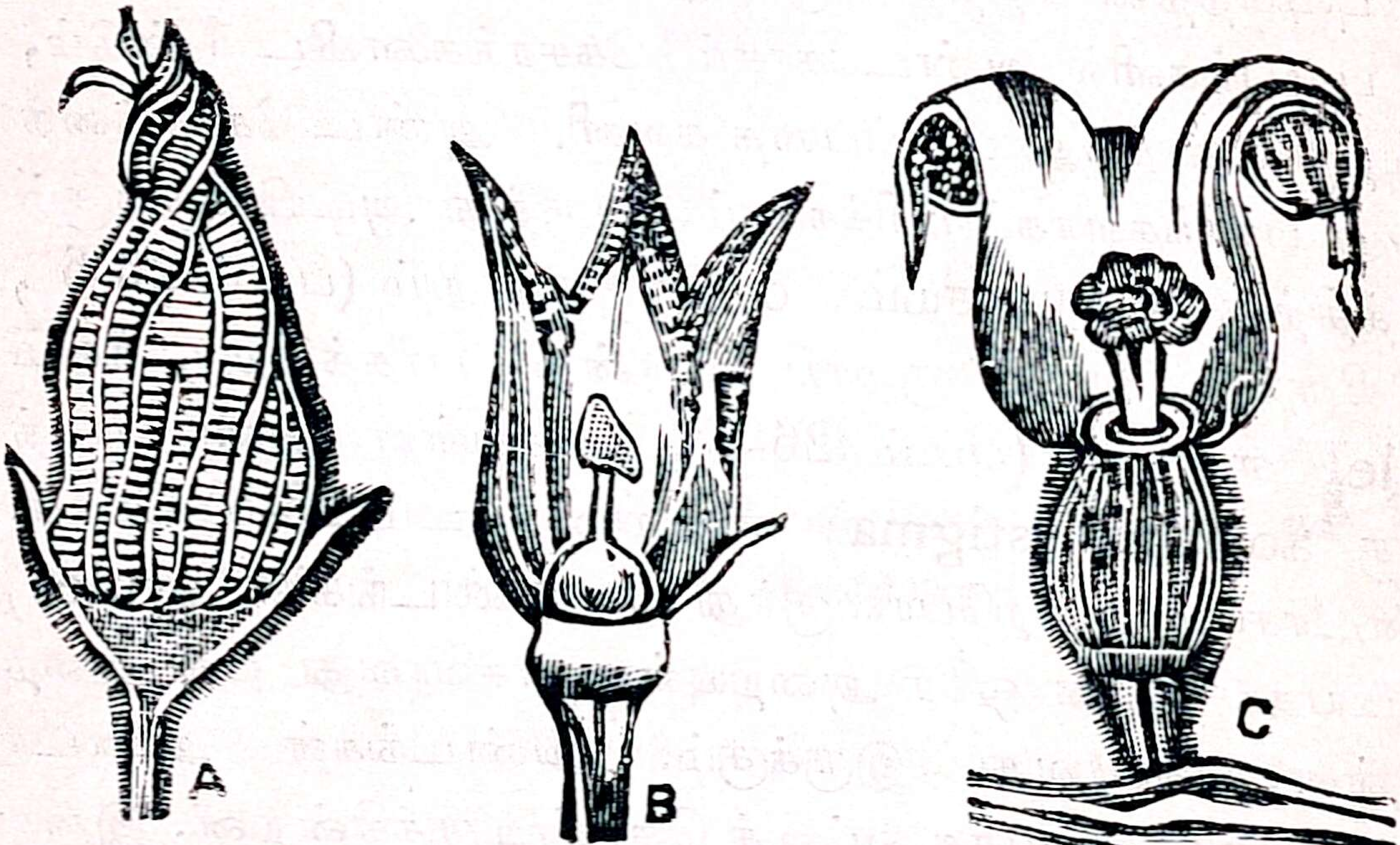
தளவட்டம் பருத்தி புஷ்பத்தி லிருப்பதைப்போல் தனித் தனியாகவாவது, பரங்கி புஷ்பத்திலிருப்பதைப்போல் ஒன்று சேர்ந்தாகவாவது இருக்கும். இதன் ஒவ்வொரு பாகத்திற்கும் தளம் (petal) என்று பெயர் (படம் 26-3). இந்த பாகந் தான் அழகுள்ள வர்ணங்களையும் வாசனையையு முடையது. தளங்கள் சிலவற்றில் ஒரே ஒழுங்காயும் மற்றவைகளில் ஒழுங்கற்று மிருக்கும். ரோஜா, சூரியகாந்தி, தாமரை முதலிய புஷ்பங்களில் அநேக தளவட்டங்கள் அடுக்கடுக்காய்

ஒன்றின் கீழ் ஒன்ருயிருக்கின்றன. தளவட்டமும் புஷ்பத்தின் முக்கியமான உட்பாகத்தைக் காப்பாற்றுகிறது. தளவட்டத்திற்குள் தளங்களேயொட்டி கேசரங்கள் (stamens) இருக்கின்றன (படம் 26-4). கேசரத்தாளின் நுனியில் மகரந்தப் பொடி (pollen) நிறைந்த மகரந்தப்பை (anther) இருக்கிறது (படம் 26-5). கேசரங்கள் பலவாறு நீண்டும், எண்ணிக்கையில் வித்தியாசப்பட்டும், கேசரத் தாள்கள் குழாய் போல் சேர்ந்தாவது, தாள்கள் சேராமல் மகரந்தப்பைகள் மட்டும் சேர்ந்தாவது இருப்பதை பல புஷ்பங்களை பரிசோதனை செய்து பார். மகரந்தப் பைகள் கேசரத்துடன் பலவகையாக சேர்ந்திருப்பதையும் கவனி.

புஷ்பத்தின் மத்தியிலிருப்பது அண்ட கோசம் (pistil). சில புஷ்பங்களில் அண்டகோசம் கேசரங்களைவிட நீண்டும், சிலவற்றில் தாழ்ந்து மிருப்பதை கவனி. அண்ட கோசத்தை மூன்று பாகங்களாகப் பிரிக்கலாம். பருத்து அடியிலிருக்கும் பாகத்திற்கு அண்டாசயம் (ovary) என்றும் (படம் 26-6), அதிலிருந்து வரும் குழாய் போன்ற பாகத்திற்கு கீலம் (style) என்றும் (படம் 26-7), பசையுள்ள நுனி பாகத்திற்கு கீலாக்ரம் (stigma) என்றும் (படம் 26-8) பெயர். அண்டாசயம் அறைபோலிருந்து பல அண்டங்களை (ovules) யுடையது. இது ஓரே அறையுள்ளதாகவாவது பல அறைகளுள்ள தாகவாவது இருக்கும். அண்டங்கள் அண்டாசயத்தில் ஒரு புறமாக ஒட்டிக் கொண்டிருக்கின்றன. இவை ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும் பாகத்திற்கு அண்ட சேர்க்கையிடம் என்று பெயர். அண்டாசயம் அண்டங்களைத் தாங்கி அவை விதைகளாகும் வரை அவைகளைக் காப்பாற்றுகிறது. சில புஷ்பங்களில் கீலம் இல்லாமலிருக்கும். கீலாக்ரம் அகன்று, மயிர் நிறைந்தும், பசையுள்ளதாயு மிருப்பதால் அது செய்ய

வேண்டிய வேலையைச் செய்ய இயற்கையில் வெகு நேர்த்தியாய் அமைக்கப் பட்டிருக்கிறது.

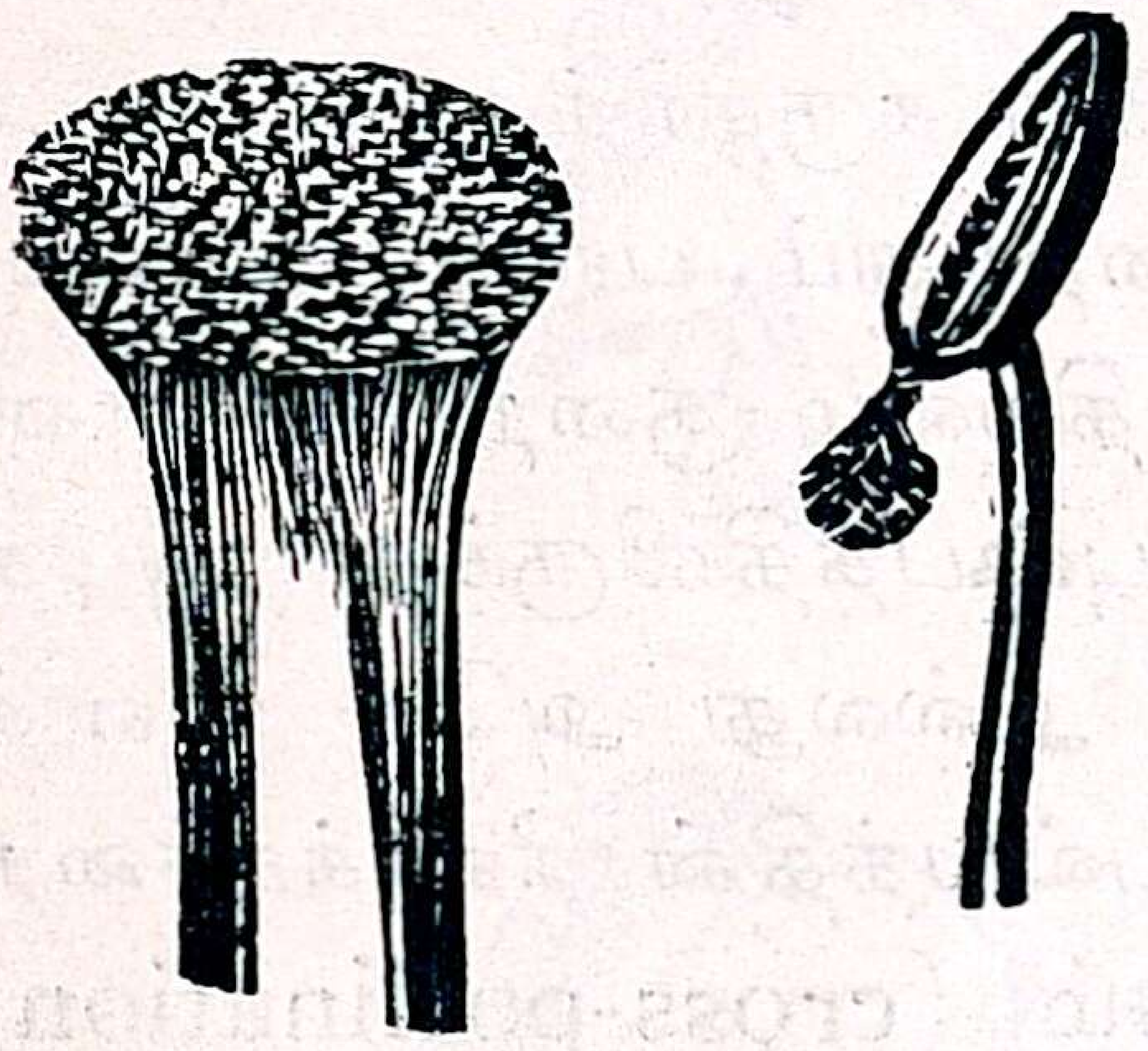
மேற்சொன்ன (1) புஷ்பகோசம், (2) தளவட்டம், (3) கேசரம், (4) அண்டகோசம் ஆகிய நான்கு பாகங்களுமுள்ள புஷ்பத்தை பூர்ண புஷ்பம் (**complete flower**) என்றும், இவைகளில் ஏதாவது ஒரு பாகம் இல்லாதிருப்பின் அதை அபூர்ண புஷ்பம் (**incomplete flower**) என்றும் சொல்கிறோம். கேசரங்களும், அண்டகோசமு முள்ள புஷ்பத்திற்கு குறைவற்ற புஷ்பம் (**perfect flower**) என்றும், இவைகளிரண்டில் கேசரங்கள் மட்டுமுள்ள புஷ்பத்திற்கு கேசர புஷ்பம் (**staminate flower**) என்றும், அண்டகோச மட்டுமுள்ள



படம் 27. பரங்கிச்செடியின் புஷ்பங்கள். A. கேசர புஷ்பம் மூடியது. B. கேசர புஷ்பத்தின் வெட்டு முகம். C. அண்டகோச புஷ்பத்தின் வெட்டுமுகம்.

புஷ்பத்திற்கு அண்டகோச புஷ்பம் (pistillate-flower) என்றும் பெயர்.

புஷ்பத்தின் வேலை:—புஷ்பத்தின் ஒவ்வொரு பாகத்திற்கும் அதற்கென்று ஏற்பட்ட தனித்தொழில் உண்டு. முன் கூறியபடி புஷ்பகோசம், புஷ்பமொட்டுகளைக் காப்பாற்றுகிறது. புஷ்ப தளங்கள் தங்கள் அழகான நிறத்தாலும், வாசனையாலும் பூச்சிகளை தங்களிடத்தில் வரச்செய்கின்றன. மகரந்தத் தூளை பரவச்செய்வதற்கு இது முக்கிய காரணமாகிறது. தளங்கள் அடிபாகத்தில் ஒன்றுகச் சேர்ந்து கிண்ணம் போலவாவது, குழாய் போலவாவது இருப்பதால் உள்ளிருக்கும் அண்டகோசம் காப்பாற்றப்படுகிறது. சில தளங்கள் இரவிலும், மழை பெய்யும் பொழுதும் மூடிக்கொண்டு சூரிய வெளிச்சத்தில் மாத்திரம் மலருகின்றன. தளங்கள் கொஞ்ச காலத்தில் வாடி உதிர்ந்துபோகின்றன. ஆனால் புஷ்ப கோசம் வளர்ந்து அண்ட கோசத்திலுள்ள விதைகளைக் காப்பாற்றுகிறது. ஈரத்தின் சேர்க்கையால் மகரந்தப்பை வெடித்து, மகரந்தத்தூள் சிதறும். மகரந்தத்தூள் தரசமாகிய சர்க்கரை விலயனத்தில் பட்டவுடன் அத்தூளிலுள்ள ஜீவணுக்கள் சர்க்கரையை உணவாகக்கொண்டு நீண்டு நூல்போன்ற இழைகளாகின்றன. இதே மாதிரி மகரந்தத்தூள் தரசபசையுள்ள கீலாக்ரத்தில்பட்டவுடன் இழைகள் உண்டாகி கீலத்தின் வழியாய் அண்டகோசத்தின் அண்டங்களிலுள்ள ஜீவணுவுடன் கலந்து கருவாகமாருகிறது. பிறகு அண்டம் விருத்தியடைந்து கரு விதையாகின்றது. மகரந்தத்தூள் கீலாக்ரத்தில் படுவதை மகரந்த ஸ்பரிசம் (pollination) என்றும், மகரந்தத்தூள் ஜீவணு கீலத்தின் வழியாய்ச்



படம் 28. கீலாக்ரமும், மகரந்தப்பை வெடித்தலும்.

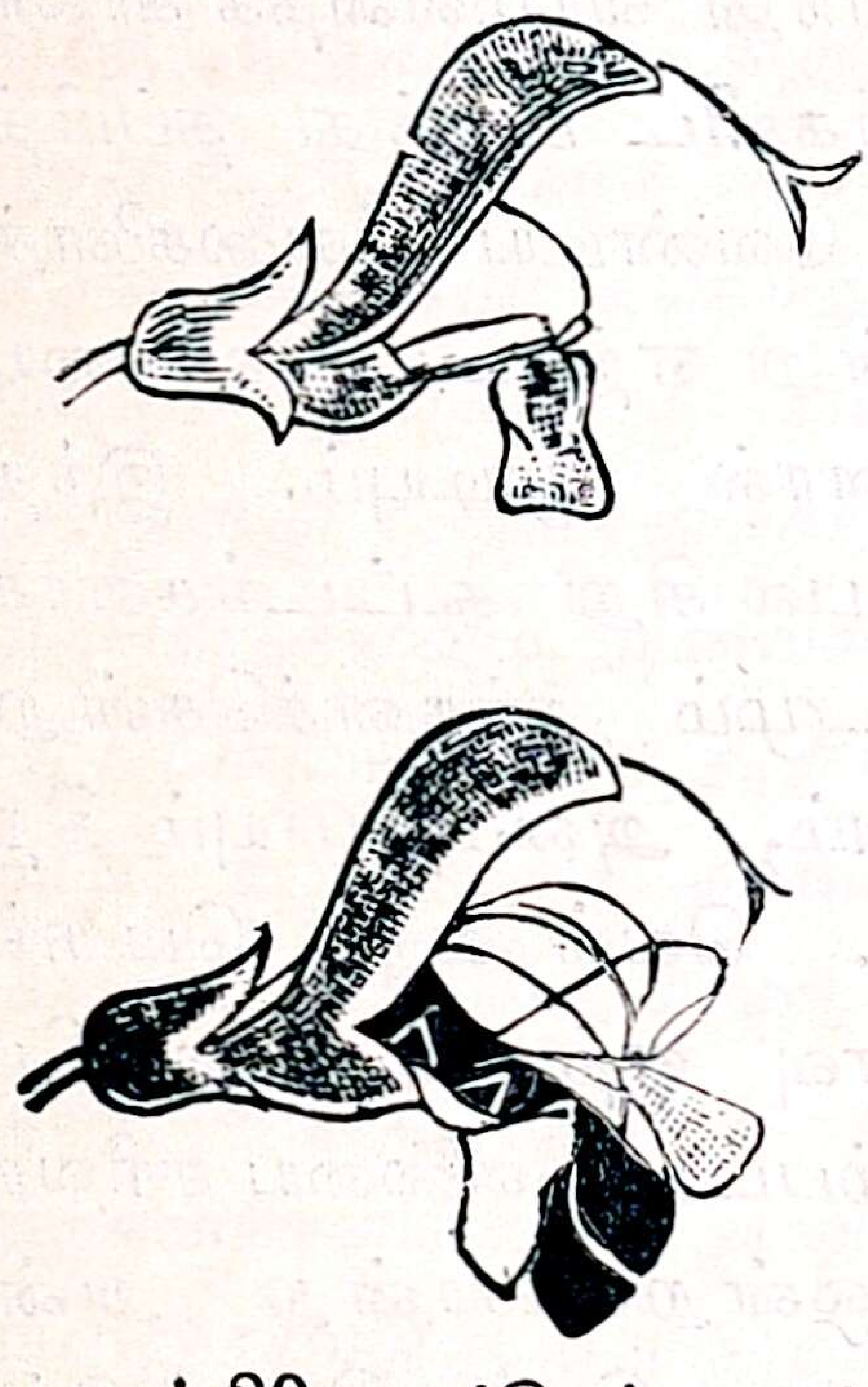
சென்று அண்டாசயத்திலுள்ள அண்ட ஜீவணுவுடன் சேர்வதை **கருதரித்தல் (fertilization)** என்றும் சொல்லுகிறோம். இவ்வாறு கருதரித்தவுடன் தளங்கள் வாடி உதிர்ந்து விடுகின்றன. அண்டாசயம் காயாகி பின்பு பழமாகிறது.

மகரந்தஸ்பரிச வகைகள் :—அநேக புஷ்பங்களில் கேசரங்களும் அண்டகோசங்களும் ஒரே புஷ்பத்தில் இருக்கின்றனவென்றும், சிலவற்றில் கேசரங்கள் மாத்திரமும், மற்றுஞ் சிலவற்றில் அண்டகோசம் மாத்திரமும் இருக்கின்றனவென்றும் முன்னமேயே வாசித்தோம். கேசரங்களும், அண்டகோசமும் உள்ள புஷ்பத்தில் மகரந்தத்தூள் அதே புஷ்பத்தின் கீலாக்ரத்தில் படுமாயின் அதற்கு சுயமகரந்த ஸ்பரிசம் (self-pollination) என்று பெயர். இவ்வாறு கருதரித்து உண்டாகும் விதைகள் எண்ணிக்கையில் குறைந்தும், பலவீனமாயும், தங்கள் இனத்தை விருத்திசெய்யும் திறமை குறைந்துள்ளனவாயுமிருக்கும். மகரந்தத்தூள் ஒரு புஷ்பத்திலிருந்து அதே செடியிலுள்ள வேறு புஷ்பத்தின் அல்லது அதே இனத்தைச்சேர்ந்த வேறு செடியிலுள்ள புஷ்பத்தின் கீலாக்ரத்தை யடைவதற்கு வேறு மகரந்த ஸ்பரிசம் (**cross-pollination**) என்று பெயர். இவ்வாறு கருதரித்து உண்டாகும் விதைகள் நோயற்று, வலுத்து, வீர்யமுள்ளதாயிருக்கின்றன.

சுய மகரந்த ஸ்பரிசத்தை தடுக்க இயற்கையில் ஏற்பட்டிருக்கும் சாதனங்கள்:—சுய மகரந்த ஸ்பரிசத்தினல் ஏற்படும் விதைகள் நோயுற்று, வீர்யமுமில்லாதவைகளாதலால் அவ்வாறு ஏற்படுவதைத் தடுப்பதற்கு இயற்கையில் பல ஏற்பாடுகள் இருக்கின்றன. அவை (1) கேசரங்களும் அண்டகோசமும் வெவ்வேறு சமயங்களில் முதிர்வது, (2) ஒரே சமயங்களில் முதிரும் புஷ்பங்களில் கீலம் கேசரங்களைவிட நீண்டாவது அல்லது அவைகளுக்கு வெளியே வளைந்தாவது

இருப்பதால் ஒரு புஷ்பத்திலுள்ள மகரந்தத்தூள் அதே புஷ்பத்தின் கீலாக்ரத்தை அடையாமலிருப்பது, (3) கீலாக்ரத்தில் அதே புஷ்பத்தின் மகரந்தத்தூளும் வேறு புஷ்பத்தின் மகரந்தத்தூளும் படும்பக்ஷத்தில் வேறு புஷ்பத்தின் மகரந்தத்தூள் மட்டும் செழித்து கரு தரிப்பது, (4) ஒரு புஷ்பத்தில் கேசரங்கள் மாத்திரமாவது அல்லது அண்டகோசமாத்திரமாவது இருத்தல்.

வேறு மகரந்த ஸ்பரிசம் உண்டாகும் வழிகள்:—1. பூச்சிகள்:—தேனீ, வண்ணாத்திப்பூச்சி, வண்டு முதலியவைகள் புஷ்பங்களின் அழகான பலவர்ணங்களாலும், வாசனையாலும் இழுக்கப்பட்டு புஷ்பங்களிலுள்ள மகரந்தத்தூளை எடுத்துக்கொள்ளவும் தேனைப்பருகவும் புஷ்பங்களிடம் வருகின்றன. இப்பூச்சிகள் அண்டகோசத்தைச் சுற்றியுள்ள தேனைக் குடிக்க புஷ்பத்தினுள் செல்லும் பொழுது அவைகளின் உடல் மகரந்தப்பைகளின்மேல் பட்டு, அந்த பைகள் உடைந்து மகரந்தத்தூள் பூச்சிகளின் உடலில் ஒட்டிக் கொள்ளுகிறது. இப்பூச்சிகள் வேறு புஷ்பங்களுக்குச் செல்லும் பொழுது இவைகளின் உடலிலுள்ள மகரந்தத்தூள் அப்புஷ்பங்களின் கீலாக்ரத்தில் ஒட்டிக்கொண்டு கருதரிக்கும். இரவில் மலரும் புஷ்பங்கள் வெண்ணிறமுடையனவாயும், சிறந்த வாசனையுள்ளனவாயுமிருப்பதால், பூச்சிகள் இரவில் அவைகளை யணுகி மகரந்தத்தூளை பரவச்செய்கின்றன.



படம் 29. பூச்சிகள் வரும் புஷ்பம்.

2. பக்ஷிகளும், சிறு பிராணிகளும்:—பக்ஷிகளும் நத்தை போன்ற சிறு பிராணிகளும் புஷ்பங்களிலுள்ள தேனைக் குடிக்கும்பொழுது, மகரந்தத்தூள் அவைகளின் உடலில் ஒட்டிக் கொள்ளுவதால் அது வேறு புஷ்பங்களுக்குக்கொண்டுபோகப் படுகிறது.

6. பிராணிகளின் இனச்சங்கம்.

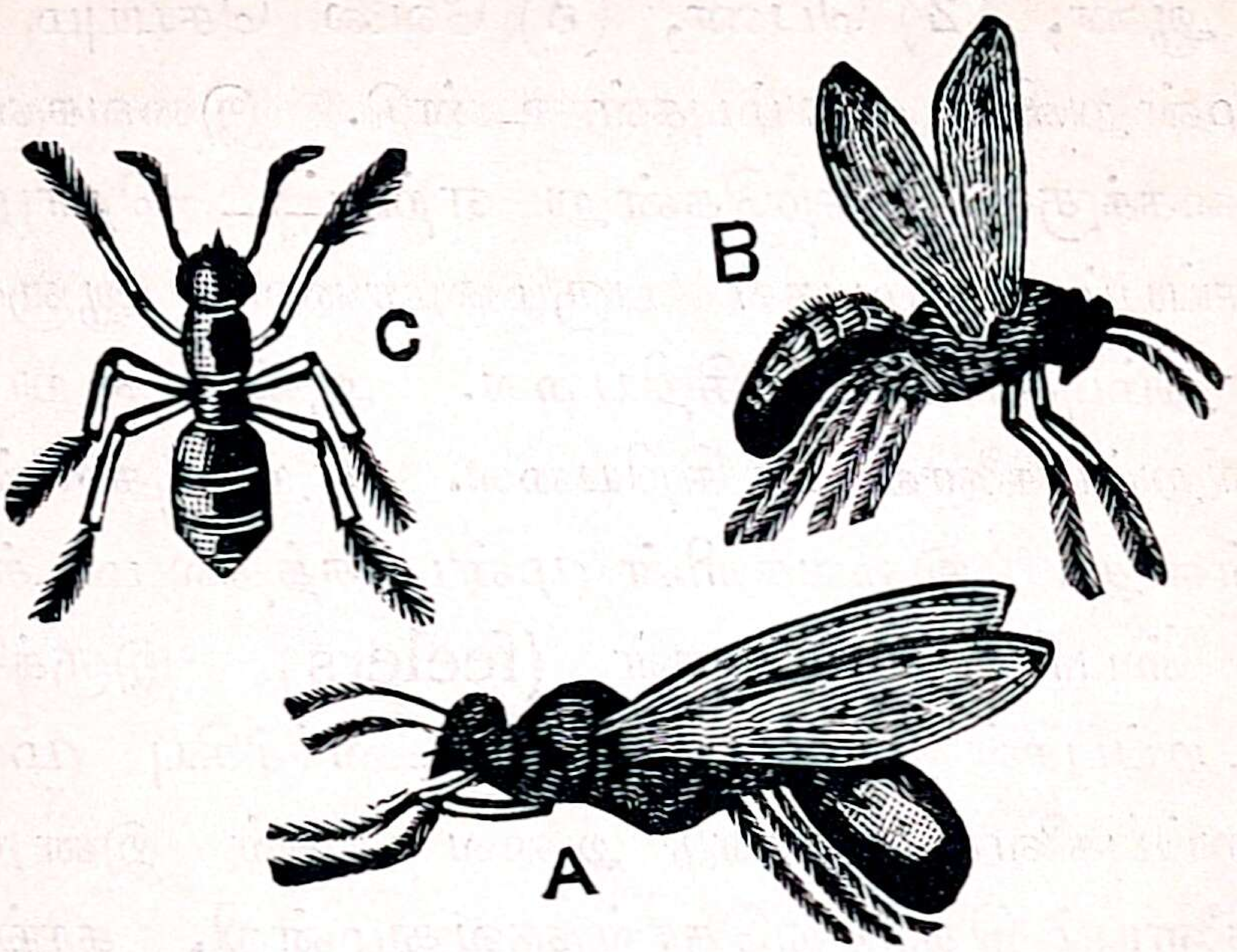
சேர்ந்து வாழ்வதே சிறந்த வலிமை என்பதை விளக்க நாம் அநேக கதைகளைப் படித்திருக்கிறோம். மனிதன் முதலிய உயர்தரப் பிராணிகளைப்போலவே எறும்பு, தேனீ, கரையான் முதலிய கீழ்தரப் பிராணிகளும் சேர்ந்து வாழ்வதைக் காணலாம். சேர்ந்து வாழ்வதால் பகைவர்களிட மிருந்து தப்பித்துக்கொள்ளவும், பொது நன்மைக்கு வேண்டிய வேலைகளைச் சிறப்பாகச் செய்யவும், தங்களுக்கென்று ஏற்பட்ட வேலையை ஒழுங்காகச் செய்யவும், அவைகளால் முடியும். இந்த பிராணிகளின் பெருங் கூட்டங்கள் பல சிறு கூட்டங்களாக பிரிந்துகொண்டு, ஒவ்வொரு கூட்டமும் தங்களுக்கென்று ஏற்பட்ட வேலையை கஷ்டமில்லாமலும், அமைதியாயும் திறமையுடனும் செய்துமுடிக்கின்றன. வெவ்வேறு பெருங் கூட்டங்களுக்குள் சண்டை சச்சரவு ஏற்பட்டாலொழிய இக்கூட்டங்கள் தங்களுக்கென்று ஏற்பட்ட வேலையை சரிவர செய்துமுடிக்காம லிருப்பதில்லை. ஒன்றுக்கொன்று அன்யோன்யமாயும், ஆவலுடன் ஒத்தாசை செய்துகொண்டும், தாங்கள் செய்யும் வேலையை அதிக சுறுசுறுப்பாகவும், புத்தி நுட்பத்துடனும், ஒழுங்காகச் செய்துகொண்டும் இவை சேர்ந்து வாழ்கின்றன.

எறும்பு.

எறும்புகளை நாம் எல்லாவிடங்களிலும் பார்க்கிறோம். இவைகள் பூமியினுள் எறும்புப் புற்றுகளில் வசிக்கின்றன.

இவை வெளிவரும்பொழுது வரிசை வரிசையாகப் போவதைப் பார்க்கிறோம். எறும்புக் கூட்டங்களில் ஒவ்வொன்றிலும் (1) ஆண், (2) பெண், (3) வேலை செய்யும் அலிகள் ஆகிய மூன்றுவித எறும்புகள் உண்டு. இவைகளுள் ஒவ்வொருவகைக்கும் அதற்கென்று ஏற்பட்ட தொழிலுண்டு. வேலை செய்யும் எறும்புகள் பருமனானவை. ஆனால் இவை ஆண் எறும்புகளைவிடச் சிறியவை. ஆண் எறும்புகளோ பெண் எறும்புகளைவிடச் சிறியவை. எறும்புகளின் உடல் சிறுத்துள்ளது. இவைகளின் முன்பக்கத்தில் மடக்கக்கூடிய இரண்டு ஸ்பரிச உறுப்புகள் **(feelers)** இருக்கின்றன. இந்த உறுப்புகள் சுறுசுறுப்பும், உணர்ச்சியு முள்ளவை. இந்த உறுப்புகளைக் கொண்டு அவை தங்கள் இனத்தையும், விரோதிகளையும் தெரிந்துகொள்ளுவதுமன்றி, தாங்கள் சந்திக்கும் ஒவ்வொரு வஸ்துவையும் இன்னதென்று பரிசோதித்து தெரிந்துகொள்ளுகின்றன. வஸ்துக்களை பிடித்துக்கொள்ளவும் அவைகளைத் துண்டிக்கவும், எறும்புகள் தங்கள் கெட்டியான உதடுகளை உபயோகிக்கின்றன. தங்களுடைய உறுதியான தாடைகளைக் கொண்டு அவைகளால் தங்களைவிட பெரிய பிராணிகளை அவை தூக்கிச் செல்லக்கூடும். ஆண் எறும்புகளுக்கு கண்கள் பெரியவை. அலிகளுக்கு இறக்கைகளில்லை. ஆண், பெண் எறும்புகள் ஒவ்வொன்றிற்கும் இரண்டு ஜதை இறக்கைகளிருக்கின்றன. எறும்புகளுக்குள்ள மூன்று ஜதை கால்களுள்பின் ஜதை நீண்டிருக்கின்றது. ஒவ்வொருகாலிலும் முள்போல் கூர்மையாயும், தூலிகையைப் போல் உபயோகமாகும்படியும் மயிரடர்ந்திருக்கிறது. அலிகளுக்கும் பெண்களுக்கும் கொடுக்கு உண்டு. எறும்புப் புற்று அலி எறும்புகளா லாக்கப்பட்ட எறும்புகளின் கோட்டை. இக்கோட்டை காவலாளிகளால் காக்கப்பட்டு அதில் ஆகாரம் சேர்த்துவைக்கப்படுகிறது. விரோதிகள் தங்களை இம்சிக்கா

வண்ணம் தங்களை காப்பாற்றிக்கொள்ளவும், மற்ற கூட்டங்களை வென்று அடிமைப்படுத்தப்பட்ட எறும்புகளை



படம் 30. எறும்பு. A. பெண் எறும்பு. B. ஆண் எறும்பு. C. அலி எறும்பு.

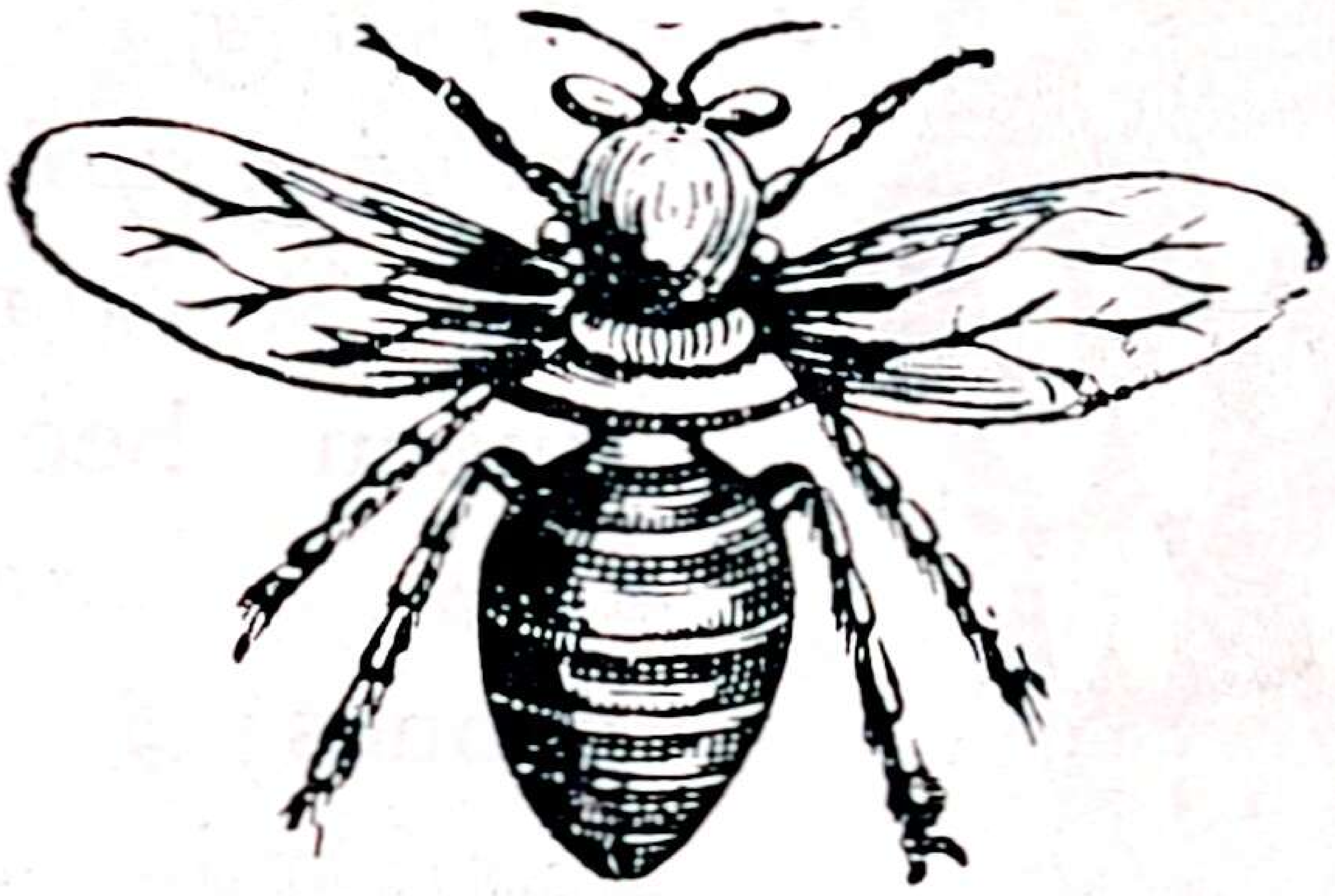
சிறை வைக்கவும், பெண் எறும்புகள் முட்டை யிடவும், சிறு எறும்புகளை பாதுகாக்கவும், விருந்தாளிகளை உபசரிக்கவும் இன்னும் வேறு பல காரியங்களுக்கும் இக்கோட்டை உபயோகமாகிறது. எறும்புகளுக்கு வாசனையறியும் சக்தி அதிகமயிருப்பதால் அவை தங்களிருப்பிடத்தையும் தங்கள் இனத்தாரையும் தெரிந்துகொள்ளக்கூடும்.

எறும்புகள் அசுத்தமான வஸ்துக்களை கூட்டிலிருந்து அப்புறப்படுத்தி அக்கூட்டை எப்பொழுதும் சுத்தமாக வைத்துக்கொண்டிருக்குமாகையால் அவைகள் சுத்தமான பிராணிகளென்று தெரிந்துகொள்ளலாம். அவை தங்களை விட பெரியதான வஸ்துக்களைத் தூக்கிச் செல்லும்பொழுது தலைகீழாகப் புரண்டு அவைகளை உருட்டித் தள்ளிக்கொண்டு போகும். அவற்றுள் ஏதேனும் ஒன்று காயப்பட்டாலும், களைத்துப்போனாலும் அதை மற்ற எறும்புகள் சேர்ந்து தூக்

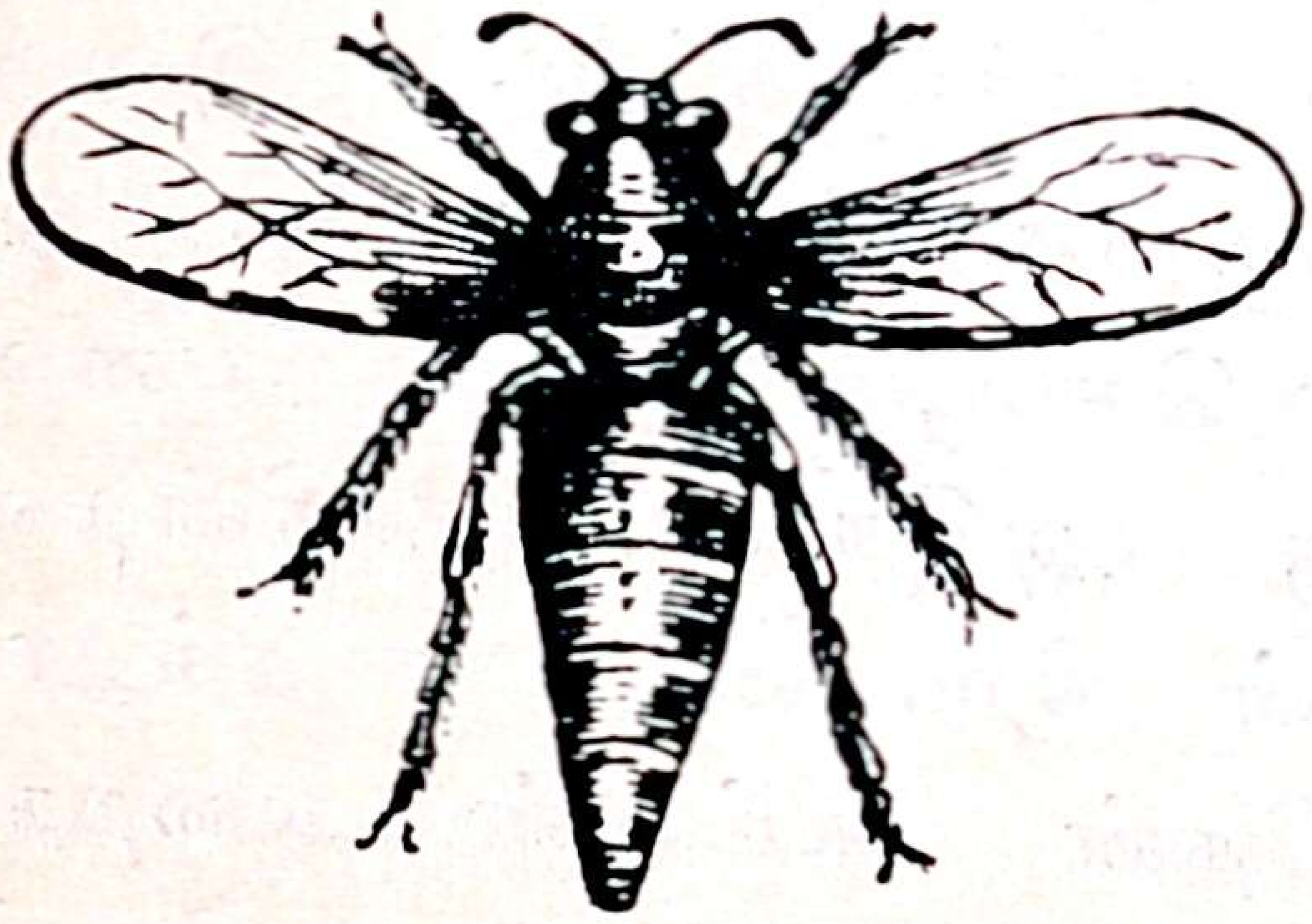
கிச் செல்லும். பெண்எறும்புகள் சச்சரவில்லாமல் ஒன்றுகூடி வாழும். அலிஎறும்புகள், பெண்எறும்புகளிடும் முட்டைகளை எடுத்துக்கொண்டுபோய் தக்க அறைகளில் வைத்து, தங்கள் அன்னகோசத்தில் உண்டாகும் தித்திப்பான திரவத்தை முட்டையிலிருந்து வெளிவரும் புழுக்களுக்கு ஊட்டி அவைகளைப் பாதுகாக்கும். அபாய காலங்களில் முட்டைகளையும், புழுக்களையும், வியாதியஸ்தர் முதலானவர்களையும் பந்தோபஸ்தான விடத்தில் கொண்டுபோய் வைக்கும். சில சமயங்களில் ஆகார நிமித்தம் இரண்டு கூட்டங்களுக்கு சண்டை ஏற்படுவதுண்டு.

தேனீ.

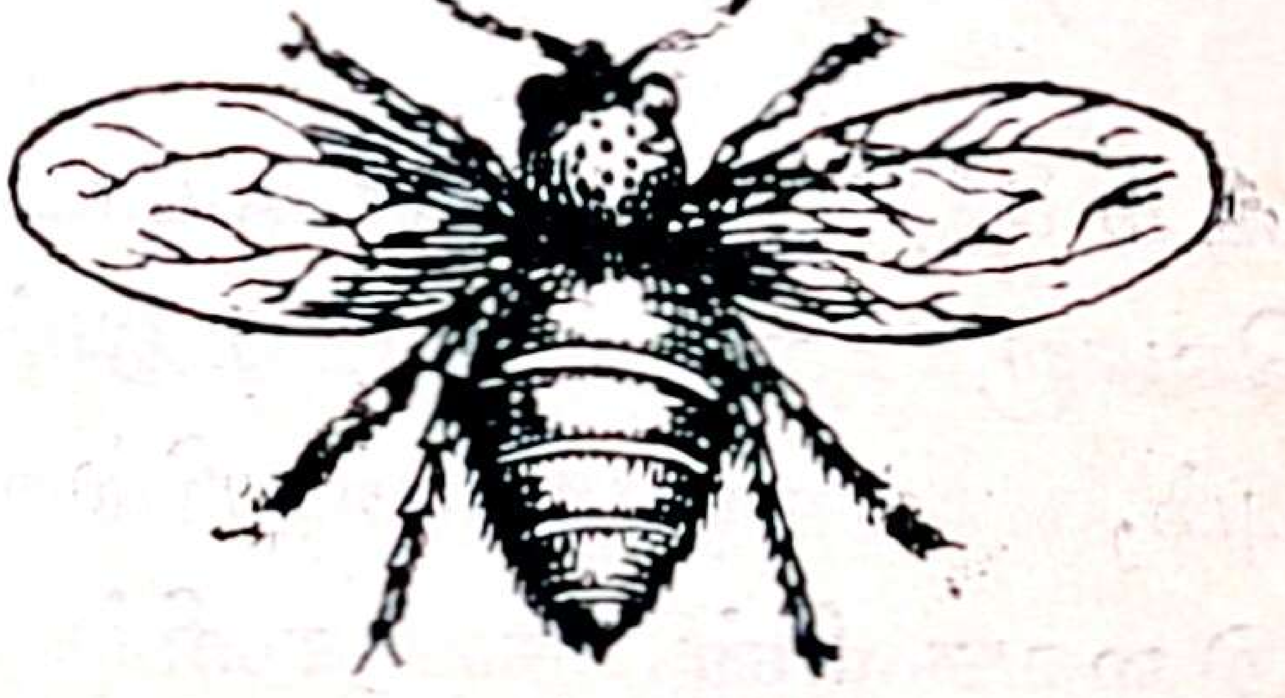
தேனீக்களும் எறும்புகளைப்போல் கூட்டங்களாக வசிக்கின்றன. இவைகூடிவாழ்வதில் மிக்க யுக்தியையும், சாமர்த்தி



1



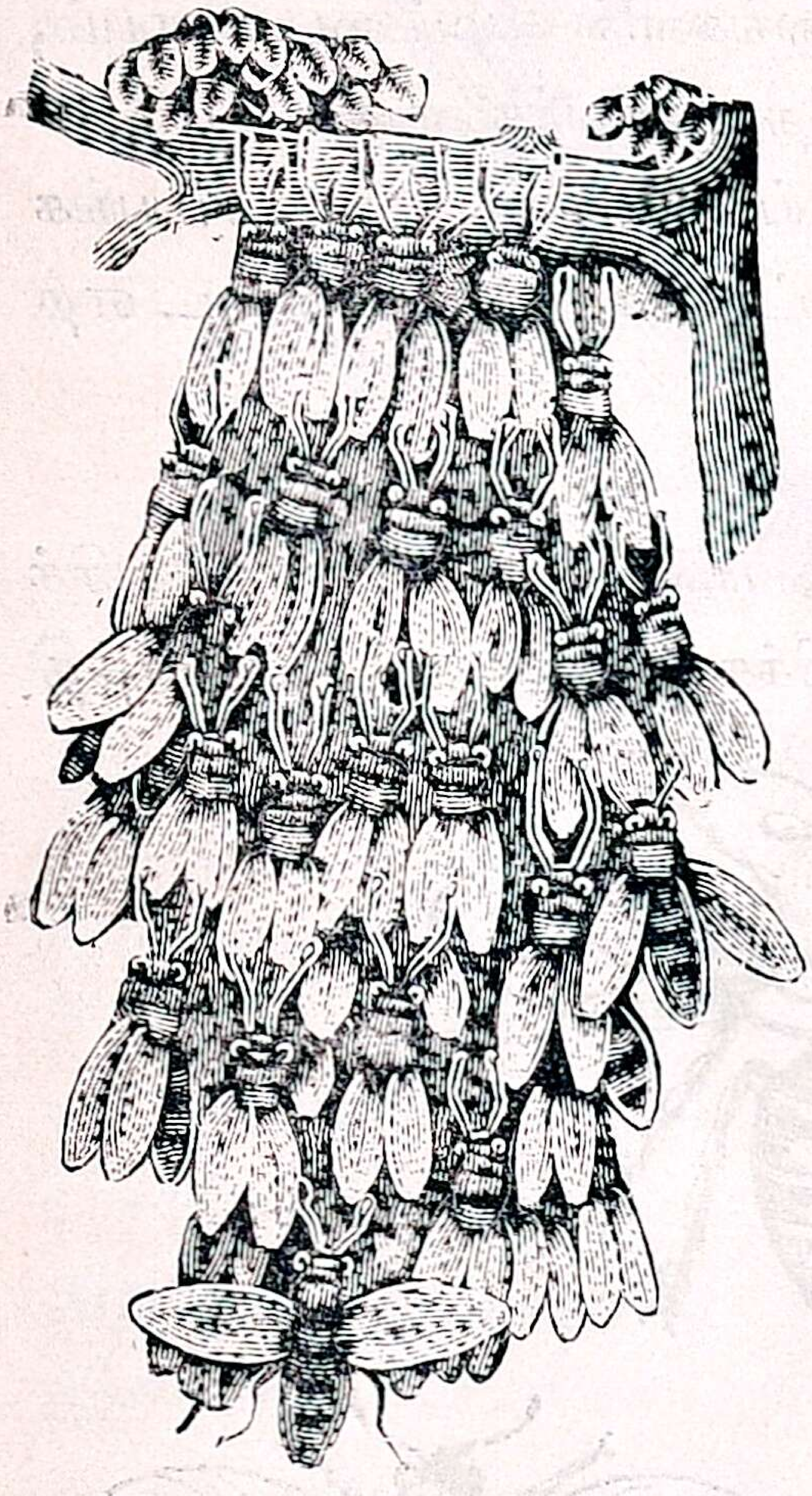
2



3

படம் 31. A. தேனீ. 1. சோம்பேறி ஈ. 2. இராணி ஈ. 3. வேலை செய்யும் ஈ.

யத்தையும் காண்பிக்கின்றன. இவைகளில் சில வேலை செய்பவை, மற்றும் சில சோம்பேறிகள். வேலை செய்பவைகளுள் கட்டடம் கட்டுபவர்கள், தச்சன், கொல்லத்துகாரன் போல் திறமையாக வேலை செய்யக்கூடியவை உள. தேனீக்களுக்கு கூர்மையான திருஷ்டியும், ருசிமோப்பம் முதலிய உணர்ச்சிகளும் அதிகமாயுண்டு. இவை தேன் கூட்டில் கூட்டங்களாக (படம் 31-B) வசிக்கின்றன. கூட்டில் வசிக்க போதுமான இடமில்லாதபோது இவை கூட்டை விட்டு வெளியேறுகின்றன. ஒவ்வொரு தேன் கூட்டிலும் மெலிந்து நீண்டுள்ள உடலும் வளைந்த குறுகின இறக்கைகளும், கொடுக்கு முள்ள, மற்றவைகளை விட பெரியதான இராணி ஈ (queen bee) ஒன்று இருக்கிறது. சோம்பேறி ஈக்கள் (drones) இராணி ஈயைவிட சிறியதாயினும், சோம்பேறித் தனத்தால் பறக்கிறதில்லை. இவைகளுக்கு கொடுக்கு இல்லை. ஒவ்வொரு தேனீக் கூட்டிலும் வேலை செய்யும் ஈக்கள் சிறியனவாயும், எண்ணிக்கையில் வெகு அதிகமாயுமிருக்கின்றன. இவைகளின் கால்களில் மஞ்சள் நிறமான மகரந்தத்தூள் ஒட்டிக்கொண்டிருக்கின்றது. தேன் கூட்டின் அறைகள் பெரியதாயிருந்தால் தேனீக்களும் பெரியதாயிருக்கும். தேனீக்களின் முன்னுள்ள கொம்புகள் (antennae) உணர்ச்சியும்



படம் 31-B. தேனீ கூட்டம்.

சுறுசுறுப்புமுள்ளவை. அவைகளுக்கு நீண்ட மயிரடர்ந்த அபூர்வமான உறிஞ்சும் நாக்கு உண்டு. தேனீக்கள் இந்த நாக்கை உறையிலிருந்து வெளி நீட்டி புஷ்பங்களிலிருக்கும் அமிர்தத்தை அதன் வழியாய் இழுத்துக்கொள்ளுகின்றன. ஒரு புஷ்பத்திலிருந்து மற்றொரு புஷ்பத்திற்குச் செல்லும் பொழுது, தேனீக்களின் தேகத்தில் ஒட்டிக்கொள்ளும் மகரந்தத்தூளை அவை தங்கள் நகங்களால் சுரண்டி, பின்னங்கால்களின் மூட்டுகளிலுள்ள இரண்டு சிறிய பைகளில் சேர்த்து வைக்கின்றன. இவைகளின் தேகத்தின் பின் நுனியில் கூரான வளைந்த கொடுக்கு இருக்கிறது. தேனீ கொட்டும்பொழுது கொடுக்கின் பாகம் உடைந்து கொட்டு வாயிலேயே தங்கிவிடுவதால் அதை இழந்து விடுகிறது. தேனீக்கள் தங்களுக்குள்ள இரண்டு ஜதை இறக்கைகளைக்கொண்டு பறக்கின்றன.

இராணி ஈ ஒவ்வொரு நாளும் கூட்டிலுள்ள அறைகளில் சுமார் 3000 முதல் 4000 முட்டைகள் வரை இடுகின்றது. இளம் ஊதாவான இந்த முட்டைகள் ஒருவாரத்தில் புழுவாகமாறுகின்றன. இவை சில நாட்கள் வேலை செய்யும் தேனீக்களின் உடம்பிலிருந்து வரும் பாகு போன்ற வெண்மையான ஆகாரத்தை (bee-jelly) உட்கொண்டு, பிறகு தேனுடன் கலந்த மகரந்தப் பொடியை ஆகாரமாகக் கொள்ளுகின்றன. இந்த புழுக்கள் கூட்டுப்புழுக்களாகி, பிறகு ஈக்களாக வெளி வருகின்றன. இந்த புழுக்களில் சில தனி அறைகளில் ராஜ உணவு (royal jelly) அளிக்கப்பட்டு தேக அமைப்பில் முக்கிய மாறுபாடடைந்து இராணி ஈக்களாக வளருகின்றன. ஒரு கூட்டத்தில் ஒரு இராணி ஈக்கு மேலிருக்கமுடியாது. வளர்க்கப்பட்ட இராணி ஈக்களில் வலுத்தது மற்றவைகளைக் கொன்று பிறகு அங்கே முட்டையிட்டு வாழ்ந்திருக்கும்.

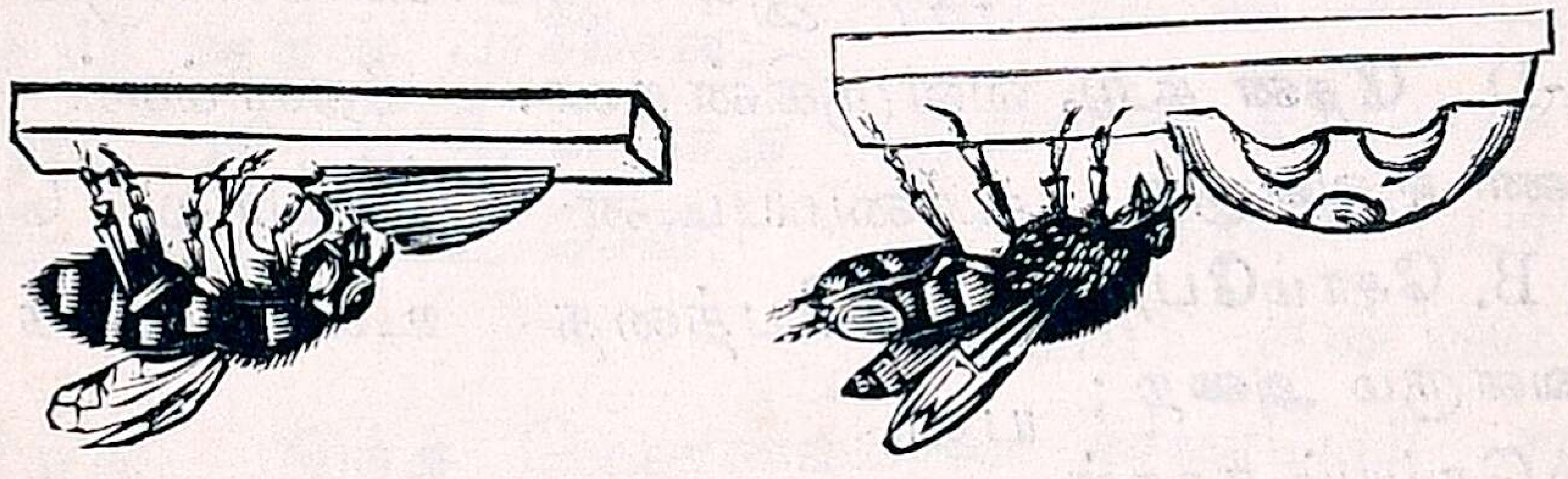
சோம்பேறி ஈக்களின் வாழ் நாள் வெகுக் குறைவு. வேறொரு கூட்டிலுள்ள இராணி ஈ தங்களில் ஒன்றை தேர்ந் தெடுப்பதற்காகவே இவை ஜீவிக்கின்றன. இவை வேலை செய்யும் ஈக்களால் போஷிக்கப்பட்டு வேனிற்காலத்தில், ஒரு புஷ்பத்திலிருந்து மற்றொரு புஷ்பத்திற்குப் பறந்து வாழ் நாளை உல்லாசமாய் கழிக்கின்றன. குளிர்காலத்தில் இவை வெளியில் துரத்தப்பட்டாவது, அறைகளில் ஆகாரமின்றி அடைக்கப்பட்டாவது இறந்துவிடுகின்றன. இவைகளுக்கு கொடுக்கு இல்லாததால், இவைகளால் சண்டை செய்து தங்களைக் காப்பாற்றிக்கொள்ள முடியாது.

தேனீக்களின் ஆகாரமும் பழக்கங்களும் :—தேனிக்கள் புஷ்பங்களிலுள்ள மகரந்தத் தூளையும், அமிர்தத்தையும் எடுத் துக்கொள்ளுகின்றன. ஆனால் இவைகளின் சிறிது பாகத் தையே தேனிக்கள் ஆகாரமாக உபயோகித்துக் கொள்ளுகின் றன. மிஞ்சி யிருக்கும் மகரந்தத் தூளின் பெரும்பாகம் கூண்டிற்கு கொண்டுபோகப் படுகின்றது. இது அறைகளி லுள்ள புழுக்களுக்கு ஆகாரமாக உபயோகப் படுத்தப்பட் டது போக மீதி வேறு அறைகளில் சேகரித்து வைக்கப்படு கிறது. தேனிக்களின் தேகத்திலிருந்து மெழுகு கசிந்து வருகின்றது. மகரந்தத் தூளைமட்டும் உண்ணும் தேனீக்கள் மெழுகை உண்டாக்குவதில்லை. பூக்களின் அமிர்தத்தை உண் ணும் ஈக்கள்தான் மெழுகை உண்டாக்குகின்றன. அவை களின் வயிற்றின் கடைசி வட்டத்தில் மெழுகு தகடுகளாக இருப்பதைக் காணலாம்.

தேனீக்கள் புஷ்பங்களிலுள்ள அமிர்தத்தின் சிறிதள வை ஆகாரமாகக் கொண்டு, பெரும்பாகத்தை தங்கள் உடம்பி லுள்ள தேன் பையினுட் செலுத்தி, அதை தேனாக மாற்று

கின்றன. ஈக்கள் இந்த தேனை கூட்டிலுள்ள அறைகளில் நிரப்பி அவைகளை மெழுகினால் மூடிவிடுகின்றன.

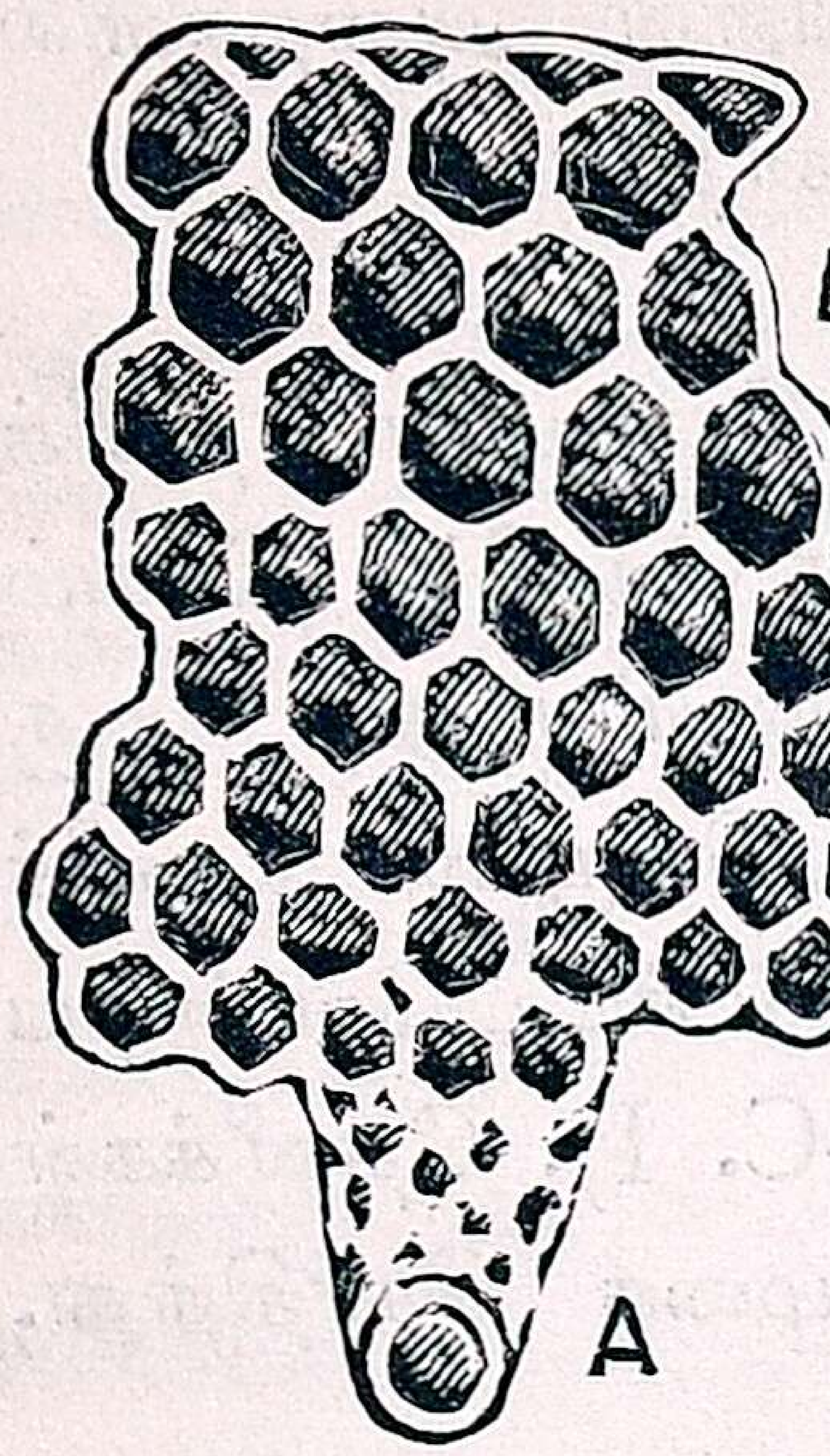
தேன்கூடு :—மெழுகு உண்டாகும் பொழுது தேனீக்களின் தேகம் உஷ்ணமாவதால், மெழுகு தெளிந்த திரவம் போல் சிறு துவாரங்களின் வழியாய் வெளிவந்து, பிறகு தகடுகளாகத் தோய்ந்து விடுகிறது. இந்த மெழுகை தேனீக்கள் உமிழ் நீருடன் கலந்து பதமாக்கி, கூடு கட்டவேண்டிய இடத்தில் ஒட்டவைக்கின்றன (படம் 31-C. I). தேனீக்கள் தங்கள் உணர்ச்சிக் கொம்புகளால் மெழுகை சோதித்து,



I II

படம் 31. C. தேனீ கூடுகட்டுதல்.

அதை தங்கள் தாடைகளால் பிசைந்து அதில் ஆறு சம பக்கங்களுள்ள துவாரத்தைத் துளைக்கின்றன (படம் 31-C. II). இவ்வாறு பின்னுக்கு பின்னால் இரண்டு வரிசை அறைகளை கட்டுகின்றன. இந்த அறைகள் எல்லாம் ஒரே மாதிரியாகவும், குறைந்த இடத்தை அடைத்துக் கொண்டு சிறிய தேனீ வளருவதற்கு வேண்டிய அளவு நீட்ட முள்ளதாகவு மிருக்கின்றன. இந்த அறைகளைக் கட்ட உபயோகப் படுத்தப் பட்ட மெழுகின் அளவும் மிகக் குறைவு. இந்த அறைகள் அவைகளின் பரிமாணத்திற்கும், உபயோகத்திற்கும் தக்கவாறு மூன்று வகைப்படும் (படம் 31-D). சாதாரண அறை



படம் 31-D. **தேன் கூடு.**
A. ராணி ஈ வளரும் அறை ; B. சோம்பேறி ஈக்கள் வளரும் அறை ; C. வேலை செய்யும் ஈக்கள் வளரும் அறை.

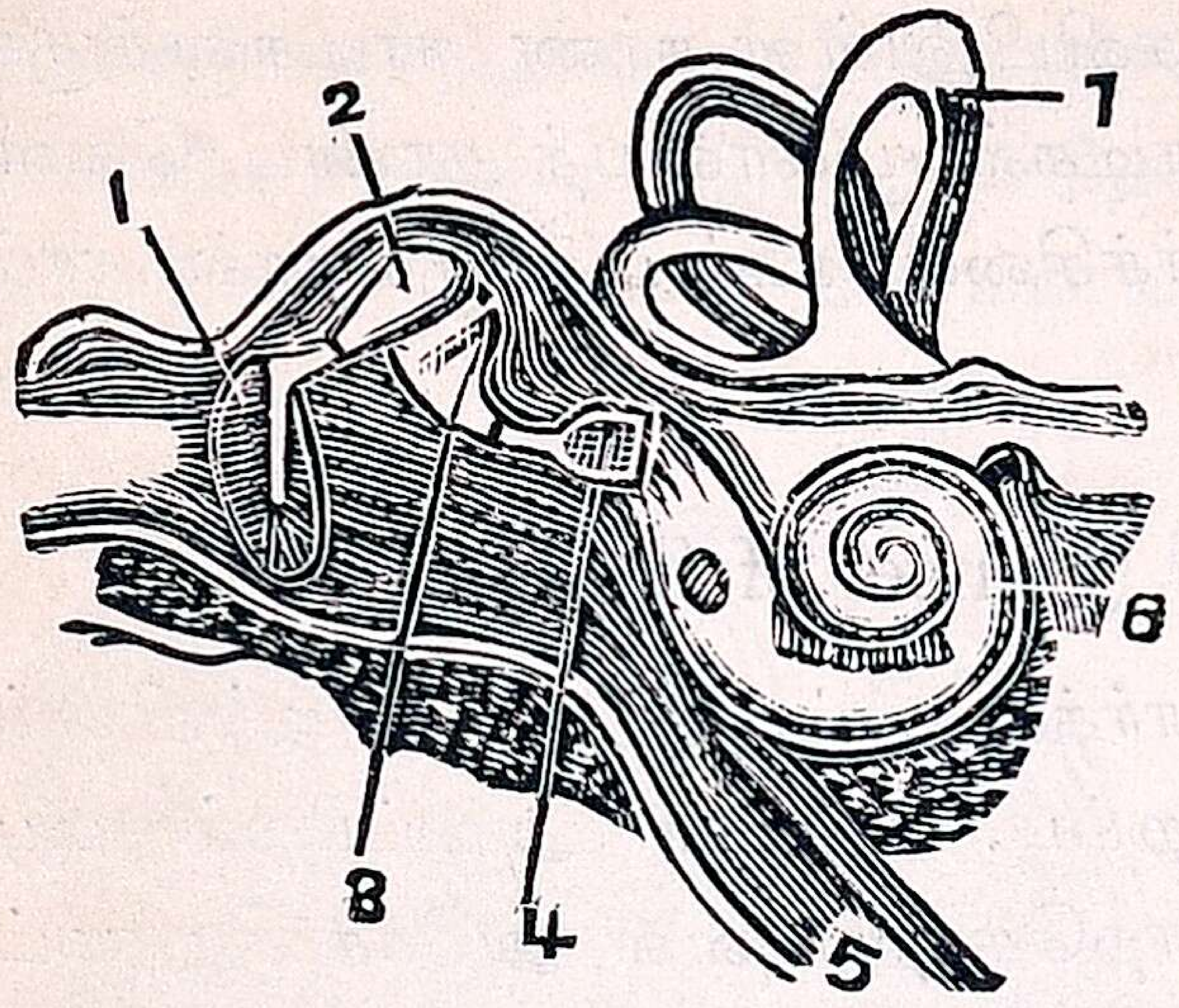
கள் (C) தேன், மகரந்ததூள் இவைகளை சேகரித்து வைப்பதற்கும், வேலை செய்யும் தேனீக்கள் வளருவதற்கும் உபயோகப் படுத்தப் படுகின்றன. இவைகளைவிட பெரிய அறைகளில் (B) சோம்பேறி ஈக்கள் வளருகின்றன. ஆனால் இந்த அறைகளின் எண்ணிக்கை குறைவு. கூண்டின் அடிபாகத்திலுள்ள எல்லாவற்றைக் காட்டிலும் மிகப் பெரிய அறைகளில் (A) இனி இராணிகளாகும் ஈக்கள் வளருகின்றன. தேனீக்கள் புத்தி கூர்மையுடன் இவ்வாறு செய்வது ஆச்சரியத்தை உண்டாக்கக் கூடியது.

7. இந்திரிய ஞானம்

நம்மைச் சுற்றியுள்ள வஸ்துக்களை நம் ஐம்பொறிகளாகிய மெய், வாய், கண், மூக்கு, செவி இவைகளால் உணருகிறோம். ஒவ்வொன்றும் ஒருவிதமான உணர்ச்சியை அறியக் கூடியது.

கேள்விமூலம் (Hearing) :—நமது செவிகளைக் கொண்டு நாம் வெளிச் சப்தங்களை உணருகிறோம். செவி (1) புறச் செவி, (2) இடைச் செவி, (3) அகச் செவி என மூன்று பாகமுள்ளது. சாதாரணமாய் நாம் செவி என்று சொல்வது புறச் சேவி (external ear) தான். இது முருந்தினால் (cartilage) ஆக்கப்பட்டு தட்டுபோன்றது. இது

சுமார் ஒரு அங்குல நீளமுள்ள குழாயின் புனல் போன்ற வெளி நுனியை அநேகமாய் சுற்றி இருக்கிறது. இதன் உருவம் வெளியில் ஏற்படும் ஒலி அலைகளை சேகரித்து, குழாயினுள் செலுத்த மிகவும் தகுதி யுள்ளது. இந்த குழாய் சற்று வளைந்து, இது பேரி உருவமுள்ள இடைச் செவி (middle ear) யுடன் சேருமிடத்தில் குறுக்கே சாய்வாக பரப்பி யுள்ள கர்ண பேரி (tympanum) என்னும் ஜவ்வு இருக்கிறது. இந்த மென்மையான கர்ணபேரி சாதாரண கடுதாசியின் தடிப்பு உள்ளது. கர்ண பேரியில்படும் ஒலி அலைகளை அகச்சேவிக்கு (internal ear) செலுத்துவதற்காக இடைச்செவியில் மூன்று சிறு எலும்புகள் இருக்கின்றன. அகச் செவி சிக்கலானது. அதன் சுவற்றைச்சுற்றி மூளை யுடன் சம்பந்தப்பட்ட சிறு நரம்புத் தொகுதிகளடங்கிய ஒரு சவ்வு இருக்கிறது.



படம் 32. காதின் பாகங்கள்; 1. கர்ண பேரி; 2, 3, 4, காது எலும்புகள்; 7. உட் செவி.

ஒலியை கேட்கும் விதம்:—ஒலியை உண்டாக்கும்போது அந்த வஸ்து அதிக வேகத்துடன் அசைந்து கொண்டிருக்கிறது. இந்த சலனம் (அசைவு) வாயுவின் ஒலி அலைகளாக (sound waves) செலுத்தப்படுகிறது. புறச்செவி இந்த ஒலி அலைகளை சேகரித்து, குழாயின் வழியாய் கர்ணபேரிக்கு அனுப்புகிறது. இந்த ஒலி அலைகளின் சக்தி, அசைவு மாத்திரை (frequency) இவைகளுக்குத் தக்கவாறு கர்ணபேரியும்

6

அசைகிறது. இடைச்செவியிலுள்ள மூன்று எலும்புகள் இந்த அதிர்ச்சியை அகச்செவியிலுள்ள கர்ண நாடிகளுக்குச் செலுத்துகின்றன. இந்த நாடிகள் மூளையைத் தூண்டி வெளியில் ஏற்பட்ட ஒலி உணர்ச்சியை உண்டாக்குவதால் நாம் ஒலியை கேட்கிறோம்.

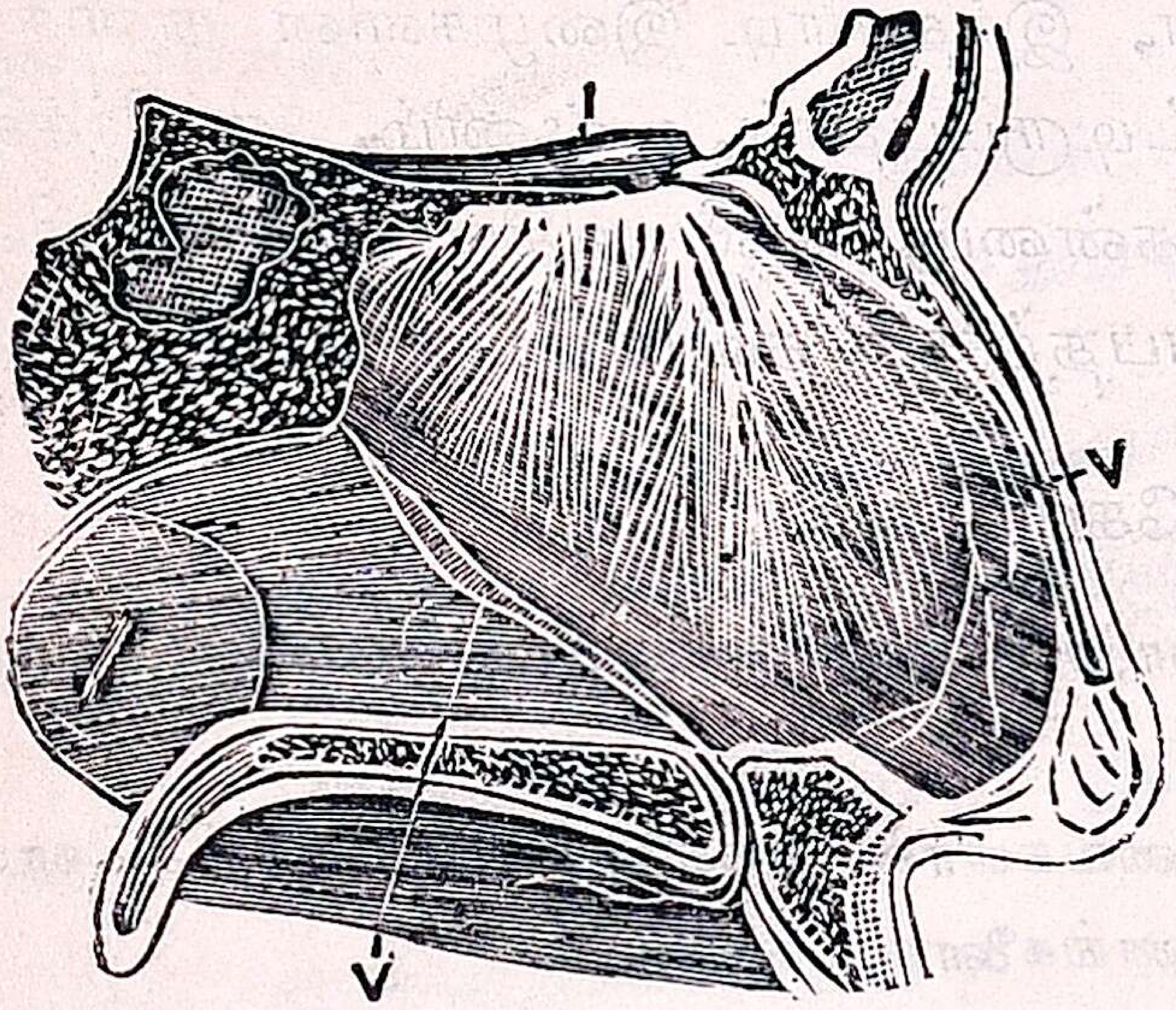
சுவை உணர்ச்சி (Sense of Taste)

நாக்கினால் நாம் ருசி பார்க்கிறோம். இது சளி ஜவ்வினால் மூடப்பட்ட ஒரு தசை உறுப்பு. இதன் அடிப்புறம் மழமழப்பாயும், மேற்புறம் சொறசொறப்புள்ள அநேக சிறுமுட்கள் (papillae) நிறைந்துமிருக்கின்றன. இந்த முட்களில் வளையம்போன்ற சிறு இரத்தக் குழாய்களும், ருசி நாடிகளுமிருப்பதால், நாக்கு சுவையை அறிந்து கொள்ளுகிறது. நாக்கின் நுனியில் இனிப்பு, உப்பு சுவைகளையும், விளிம்புகளில் புளிப்பையும் அறியக்கூடிய ருசி முளை (taste buds) களிருக்கின்றன. கசப்பு ருசியை நாக்கின் பின் பாகமே முக்கியமாக அறியக்கூடுமாதலால், கசப்பான மருந்துகளை அதற்குபின் நாக்கின் உள் நுனியில் வைத்தே விழுங்குகிறோம். பதார்த்தங்கள் ஜலம் அல்லது உமிழ் நீரில் கரையக்கூடியதாயிருந்தால் மட்டும் அவைகளின் ருசியை தெரிந்துகொள்ளலாம்.

மோப்ப உணர்ச்சி (Sense of Smell).

நாசித்துவாரங்களின் மேல்பாகத்தின் பரப்புகளிலுள்ள சளி ஜவ்வுகளே மோப்ப உறுப்புகளாகும். இந்த ஜவ்வுகளில் கிராண நாடியின் (olfactory nerve) சிறு இழைகளின் நுனிகள் அநேகம் இருக்கின்றன. கிராண நாடி மூளையுடன் மேல் சொல்லப்பட்ட நுனிகளை சம்பந்தப்படுத்துகிறது. மோப்ப உணர்ச்சியானது வாசனைத் திரவியங்களின் மிகச் சிறு துளி

களை ஆக்கிராணிப்பதால் (**inhaling**) உண்டாகிறது. இச்சிறு துளிகள் நாசித்துவாரத்தினுட்சென்று, மேற்சொன்ன இழை நுனிகளைத்தூண்டி, இத்தூண்டுதல்கள் கிராணநாடி வழியாய் மூளைக்குச் செல்வதால் மோப்ப உணர்ச்சி ஏற்படுகிறது. நாசியின் உட்பரப்பிலுள்ள ஜவ்வு சுரக்கும் திரவத்தின் உதவியால் நாசித்துவாரம் எப்போதும் ஈரமாக வைக்கப்படுகிறது. நாசித் துவாரம் உலர்ந்தாலாவது, அல்லது சளி முதலிய காரணத்தால் நாசித்துவாரத்தின் சளி ஜவ்வு ரத்தச் சுரப்படைந் திருந்தாலாவது மோப்ப உணர்ச்சி குறைகிறது. மோப்ப உணர்ச்சிக்கும்,



படம் 33. **நாசித்துவாரம்.**
1. **கிராண நாடிகள்.**
v. **கபால நாடியின் ஐந்தாவது ஜதை நாடிகள்.**

உருசியுணர்ச்சிக்கும், அன்யோன்ய சம்பந்தமுண்டு. சாதாரணமாய் விளக்கெண்ணெய்போன்ற மனதுக்கு ஒவ்வாத பதார்த்தங்களை சாப்பிடும்போது, அவைகளின் நாற்றத்தைத் தடுக்க சில வேளைகளில் நாசித்துவாரங்களை மூடிக்கொண்டு, உருசி தெரியாமலிருக்கும்வண்ணம் செய்துகொள்ளுகிறோம்.

ஸ்பரிச உணர்ச்சி (Sense of Touch).

ஸ்பரிச உணர்ச்சியை உணரும் உறுப்பு பிராணிகளின் தோல் தான். உடம்பின் பரப்பிலுள்ள சில பாகங்கள் நுட்பமான உணர்ச்சி உடையன. நாக்கின் நுனி, உதடுகள், விரல்

களின் நுனிகள் முதலியவை அதிக நுட்பமாக உணரக்கூடியன. தோலில் சர்மபாகத்திலுள்ள (dermis) சிறு பாபிலேகள் (papillae)தான் ஸ்பரிச உணர்ச்சிக்குக் காரணம். பாபிலேகளில் இரத்தக் குழாய்களும், நாடி இழைகளின் நுனிகளும் அதிகமாய் இருக்கின்றன. இந்த நாடி இழைகளின் நுனிகள் மூளையோடு சம்பந்தப்பட்டிருப்பதால், உஷ்ணம், குளிர்ச்சி, கடினம், மிருதுவான தன்மை, வலி ஆகிய இவைகளின் உணர்ச்சிகளை அனுபவிப்பதற்கு உதவியாகின்றன.

கேள்விகள்.

1. பிராணிகள் எவ்வாறு தாங்களிருக்குமிடத்தை யொத்திருக்கின்றன?

2. நிறம், நடித்தல் இவைகளால் தங்களைக் காப்பாற்றிக்கொள்ளும் பிராணிகளுக்கு உதாரணங்களைக் கொடு.

3. "பிராணிகள் நடித்தல்" என்றால் என்ன? உதாரணங்கள் வேண்டும்.

4. (1) பாம்பு, (2) தேள், (3) பூரான் இவைகளின் விஷ உறுப்பை விவரி.

5. தாவரங்கள் சுவாசிப்பதைப்பற்றி சுருக்கமாய் எழுது.

6. பிராணிகள் சுவாசிப்பதற்கும், தாவரங்கள் சுவாசிப்பதற்குமுள்ள வித்தியாசங்களென்ன?

7. தாவரங்களின் பாகங்கள் வெளிச்சத்திற்குத் தகுந்தாற்போல் எவ்வாறு மாறுதலடைகின்றன?

8. பூமியிலுள்ள ஜலத்திற்குத் தகுந்தாற்போல் வேர் நகருதல் எவ்வாறு மாறுபடுகிறது?

9. தாவரங்கள் தூங்குவதற்கு வேண்டிய நகருதலைப் பற்றி விவரி.

10. அடியிற்கண்டவை எவ்வாறு தாங்களிருக்குமிடத்திற்குத் தகுந்தாற்போல் மாறுபடுகின்றன:— (1) பாலை வனச் செடிகள், (2) ஜலத்தில் வளரும் செடிகள், (3) சதுப்பு நிலச்செடிகள்?

11. தாவரங்களும், பிராணிகளும் ஒன்றுக்கொன்று எவ்வாறு உதவுகின்றன ?

12. புஷ்பங்களின் பாகங்களையும், பாகங்களின் உபயோகத்தையும் படத்துடன் விவரி.

13. 'மகரந்த ஸ்பரிசம்' என்றால் என்ன ? அது எவ்வாறு உண்டாகிறது ?

14. வேறு மகரந்த ஸ்பரிசத்தின் சௌகரியங்கள் யாவை ?

15. பக்ஷிகளாலும், பூச்சிகளாலும் வேறு மகரந்த ஸ்பரிசம் எவ்வாறு ஏற்படுகிறது ?

16. "பிராணிகளின் இனச்சங்கம்" என்றால் என்ன ?

17. இனச்சங்கத்தால் பிராணிகளுக்கு ஏற்படும் சௌகரியங்கள் யாவை ?

18. (1) எறும்பு, (2) தேனீ இவைகளின் இனச்சங்கத்தை விவரி.

19. ஐம்பொறிகள் யாவை ?

20. நாம் சப்தத்தை கேட்கும் விதத்தை விவரி ?

21. ஸ்பரிச உணர்ச்சி உறுப்பு எது ? அந்த உறுப்பு எந்த விடங்களில் நுட்பமாயிருக்கிறது ?

22. ஸ்பரிச உணர்ச்சி எவ்வாறு ஏற்படுகிறது ?

அத்தியாயம் 3.

வீடு.

1. வீட்டிற்கு வேண்டிய உபகரணங்கள்.

வீடு கட்டுவதற்கு கருங்கல், சலவைக்கல், கூழாங்கல், சுக்காங்கல் முதலியனவும் மணல், சிமெண்டு, மண், மரம், கல் நார், கண்ணுடிப் பலகை, இரும்பு, துத்தநாகம் முதலிய உலோகங்களும் உபயோகமாகின்றன. உலோகங்கள் உறுதியாயிருப்பதாலும், நெருப்பினுல் சுலபமாய் பாதிக்கப்படாததாலும் அவைகள் தற்காலத்தில் வீடு கட்டுவதற்கு அதிகமாக உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. உலோகங்களில் இரும்புதான் அதிகமாக உபயோகத்திலிருந்து வருகிறது. இரும்பால் செய்யப்பட்ட தூலம், ஸ்தம்பம், கிராதிச்சட்டம், தண்டவாளம், ஜன்னல் கம்பி, சாதாரண ஆணி, மரையாணி, சங்கிலி, கம்பி, புகைப்போக்கி, கதவு, தகடு, குழாய் முதலியவை வீடு கட்டுவதற்கு அதிகமாக உபயோகமாகின்றன. மேற்கூறிய சாமான்களைச் செய்ய மூன்று வகை இரும்புகளை உபயோகிக்கிருர்கள்.

1. வார்ப்பு இரும்பு (Cast-iron) :—உலைக்களத்திலிருந்து வெளிவரும் இரும்பிற்கு வார்ப்பு இரும்பு என்று பெயர். வார்ப்பு இரும்பு கடினமானதும் உடையக்கூடியதுமாகையால் இதை தகடாக அடிக்கவும், கம்பியாக நீட்டவும் முடியாது. இதன் உருகுநிலை 1100°C. இது உருகும்பொழுது இளகாமலிருப்பதால், இதனுல் செய்த வஸ்துக்களை ஒன்ருேடொன்று பற்று வைக்கமுடியாது. உருகினவார்ப்பு இரும்பு உறையும்பொழுது விரிவடைவதால், இதை வார்ப்பு

சாமான்களை செய்வதற்கு உபயோகிக்கிறார்கள். யந்திரங்களின் சில பாகங்கள், விளக்குக் கம்பங்கள், கிராதிச் சட்டங்கள் (railings) முதலியவைகள் இதனால் செய்யப்படுகின்றன.

2. தேனிரும்பு (Wrought-iron) :—இதற்கு நயமான இரும்பு என்று பெயர். இது இரும்புகளில் சுத்தமானது. இது உருகுவதற்கு முன் இளகுவதால், இதன் துண்டுகளை ஒன்றோடொன்று பற்று வைக்கலாம். இதை துவைக்கவும் (tempering), கடினமாக்கவும் முடியாது. இரும்பு தூலங்கள் (girders), திரவம் காய்ச்சப்படும் கொப்பரைத் தகடுகள் (boiler plates), சங்கிலி, ஆணி, கம்பி முதலியவை தேனிரும்பால் செய்யப்பட்டவை.

3. எஃகு (Steel):—இதை உருக்கி அச்சுகளில் வார்த்தாவது, காய்ச்சி அடித்தாவது உருவாக்கலாம். இதை பழுக்கக் காய்ச்சி ஜலத்தில் தோய்த்தால், இது கடினத்தையும் சுலபமாக உடையுந் தன்மையையு மடைகிறது. இதன் பிறகு இதை பழுக்கக் காய்ச்சி மெதுவாக குளிர வைத்தால், இது சீக்கிரம் உடையுந்தன்மையை யிழந்து கெட்டியாகிறது. இம்மாதிரி செய்வதற்கு துவைத்தல் (tempering) என்று பெயர். இந்த குணத்தின் உதவியைக் கொண்டு இதை ஆயுதங்களைச் செய்ய உபயோகிக்கிறார்கள். ஊசி, பேனாவின் முனை (nibs), தண்டவாளங்கள், கத்தி முதலிய ஆயுதங்கள் எஃகால் செய்யப்படுகின்றன. குறைந்த கரி சேர்க்கையுள்ள எஃகு (low-carbon steel) தூலம், கொப்பரைத் தகடு முதலியவைகளைச் செய்வதற்கு தேனிரும்புக்குப் பதிலாக தற்காலத்தில் உபயோகமாகிறது.

பித்தளை இரண்டு பங்கு செம்பும் ஒரு பங்கு துத்தநாகமும் சேர்ந்து உண்டான கலப்பு உலோகம். இது சாதா

ரணமாய் பசுமை நிறமுள்ளது. கலக்கப்படும் உலோகங்களின் அளவுக்குத் தக்கவாறு இந்த நிறம் வித்தியாசப்படுகிறது. இது இரும்பைப் போல் அவ்வளவு கடினமானதல்ல. இதை தகடுகளாக்கலாம்; கம்பியாகவும் நீட்டலாம். இதற்கு மெருகு கொடுத்து இதை பளபளப்பாக்க முடியும். பெட்டிகளில் கைப்பிடி, மூலைப் பட்டம், கதவுக் கீல், விளக்கு, புஷ்ப ஜாடி, படச் சட்டம் முதலியவைகளை இதைக்கொண்டு செய்கிறார்கள். நாம் வீடுகளில் உபயோகப்படுத்தும் பாத்திரங்கள் அநேகமாய் பித்தளையால் செய்யப்பட்டவை.

செம்பும், சிறிதளவு துத்தநாகம், ஈயம், வெள்ளீயமும் சேர்ந்து உண்டான கலப்பு உலோகம் வெண்கலம். இது கடினமானது. ஆனால் பொடியாகக் கூடியது. இதை உருக்கி வார்ப்பது எளிது. வெண்கலத்தை மெருகிட்டு நன்றாக பளபளப்பாக்கலாம். பித்தளையை உபயோகிப்பது போலவே இதையும் பாத்திரங்கள் செய்வதற்கும், அலங்காரமான வஸ்துக்களைச் செய்வதற்கும் உபயோகிக்கிறார்கள். இது பித்தளையைப் போல் புளிப்பான வஸ்துக்களால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. ஆகையால் மோர் போன்ற கொஞ்சம் புளிப்பான வஸ்துக்களை வைப்பதற்கு பித்தளை பாத்திரத்திற்குப் பதிலாக வெண்கலப் பாத்திரத்தையே அதிகமாக உபயோகிக்கிறோம். செம்பும் வெள்ளீயமும் மட்டும் வெவ்வேறு அளவில் சேர்ந்துண்டான பலவகை வெண்கலமும் உண்டு.

அலுமினியம் ஒரு இலேசான உலோகம். இப்பொழுது வீடுகளில் அலுமினியப் பாத்திரங்கள் பித்தளை அல்லது வெண்கலப் பாத்திரங்களுக்குப் பதிலாக அதிகமாக உபயோகத்திலிருக்கின்றன. இதற்கு வெள்ளியைப்போல் பளபளப்புண்டு. வாயுவில் இதன் நிறம் மாறுவதில்லை. இது ஆகாரப் பொருள்களுடன் சேர்வதனால் விஷ பதார்த்தங்களும் உண்டாவதில்லை.

ஆகையால் சமையல் பாத்திரங்கள் செய்வதற்கு இதை அதிக மாக உபயோகிக்கிறார்கள். ஆனால் சாதாரண உப்பு இந்த உலோகத்தை கரைக்கக் கூடியது. யந்திரங்களின் இலேசான பாகங்களைச் செய்ய இந்த உலோகத்தை உபயோகிக்கிறார்கள். செம்பு, இரும்பு அல்லது மக்னீஷியம் இவற்றுடன் அலு மினியம் சேர்ந்த கலப்பு உலோகங்களும் உபயோகத்திலிருந்து வருகின்றன.

2. வர்ணங்களும் மெருகெண்ணெய்களும்.

கட்டட சாமான்களும், தட்டு முட்டு ஜோடிப்பு சாமான் களும், சில பாத்திரங்களும் வாயுவினாலும், ஈரத்தினாலும் பாதிக்கப்படுகின்றன. மர சாமான்களை கரையான்களும் அரிக்கின்றன. இவ்வாறு நாசமாக்கப்படுவதைத் தடுக்க சில பாதுகாப்பு சாதனங்கள் அவசியம். வர்ணங்கள், மெருகெண் ணெய்கள், சாதாரண எண்ணெய்கள், எனாமல் முதலியவை சாதாரணமாய் உபயோகத்திலிருக்கும் பாதுகாப்பு சாமான் கள். இவை வஸ்துக்களை பாதுகாத்து அவைகளை அழகு படுத்துகின்றன.

வர்ணங்கள்.

வர்ணம் திடபதார்த்தமாகிய மையும், அத்துடன் நன்றாக கலக்கப்படும் திரவமும் சேர்ந்தது. சாதாரணமாய் இதற்கு உபயோகப்படும் திரவம் ஆளிவிதை எண்ணெய் (**linseed oil**). ஈயச் செந்தூரம் (**red lead**), ஈயவெள்ளை (**lead car-bonate**), துத்தநாகவெள்ளை (**zinc oxide**) இவைகளை சாதா ரணமாய் மை அல்லது பிசினாக உபயோகிக்கிறார்கள். இந்த கலப்புடன் வர்ணத்தை இலேசாக்குவதற்கு கற்பூரத்தைலத் தையும் (**turpentine**), சீக்கிரமாய் உலருவதற்கு ஈய அசி

டேட்டையாவது (**lead acetate**), துத்தநாக சல்பேட்டை யாவது (**zinc sulphate**) சேர்க்கிருர்கள். பூசினவுடன் வர்ணம் வாயுவில் உலர்ந்து இறுகுகிறது. இவ்வாறு வர்ணத்திஞல் பூசப்பட்ட வஸ்துக்கள் வாயு, ஈரம், கரையான் முதலியவைகளால் பாதிக்கப்படுவதில்லே.

வெள்ளே வர்ணத்திற்கு ஈய வெள்ளேயும், துத்தநாக வெள்ளேயும் உபயோகமாகின்றன. மற்ற நிற சாயங்களுக்கு இவைகளுடன் வேண்டிய வர்ணமைகளேச் சேர்க்க வேண்டும். கற்பூரத் தைலம் சாயத்தை சுலபமாகவும், ஒரே அளவாகவும் பரவச்செய்கிறது. வெகு நுட்பமாக பொடியாக்கப்பட்ட அலுமினியத்தை ஆளிவிரை எண்ணெயுடன் கலந்து பளபளப்பான வெள்ளேச்சாயத்தை இப்பொழுது தயாரித்து அதிகமாக உபயோகிக்கிருர்கள். இரும்பு தூலங்கள் துருப்பிடிக்காமலிருப்பதற்கும், மரசாமன்கள் கரையானல் பாதிக்கப்படாமலிருப்பதற்கும் தார் பூசுகிருர்கள். அலங்கார வேலேகளுக்கு பல நிறவர்ணங்களே உபயோகிக்கிருர்கள். நல்ல வர்ணமைக்கு பின்வரும் குணங்களிருக்க வேண்டும்:— அது (1) வஸ்துவின் பரப்பை நன்ருக மூட வேண்டும்; (2) வெளிச்சம் அதன் வழியாய் உட்செல்லாம லிருக்கவேண்டும்; (3) அதி நுட்பமான பொடியாயிருக்கவேண்டும்; (4) பூசப்பட்ட பரப்பிற்கு தீங்கிழைக்காததா யிருக்க வேண்டும்.

சாயம் பூசுதல்

சாயம் பூசப்படும் பரப்பு சுத்தமாயும், உலர்ந்து மிருக்க வேண்டும். பழைய சாயங்கள், துரு முதலியவைகளே உப்பு காகிதம், சீவுத்தகடு அல்லது கம்பித் தூலிகை (wire brush)

யைக் கொண்டு நீக்கவேண்டும். வர்ணம் பூசப்படும் பரப்பி லுள்ள துவாரங்களும், வெடிப்புகளும் மக்கால் மூடப் பட்டு, பரப்பு சமப்படுத்தப் படவேண்டும். அலங்கார வேலைகளுக்கு பல நிற வர்ணங்களை உபயோகிக்கிருர்கள்.

மெருகெண்ணெய்கள்.

மர சாமான்களுக்கு இலேசாக பூசப்பட்டு உலர்ந்த பிறகு பளபளப்பையும், அழகையும் கொடுக்கும் திரவத்திற்கு மெருகெண்ணெய் என்று பெயர். (1) எண்ணெய் மெருகு **(oil varnish)**, (2) அரக்கு மெருகு **(lac varnish)**, (3) சாராய மெருகு **(volatile varnish)** என மூன்று வகை மெருகெண்ணெய்களிருக்கின்றன.

ஆளி விதை எண்ணெயை தனியாகவாவது, அல்லது அதை சீக்கிரம் உலரச்செய்யும் ஈய மஞ்சள் செந்தூரத்துடன் **(yellow oxide of lead)** கலந்தாவது காய்ச்சுவதால் எண்ணெய் மெருகு ஆகிறது. இத்துடன் வர்ணமையைச் சேர்த்து அரக்கை கற்பூரத்தைலம், சாராயம் அல்லது இவ் விரண்டின் கலப்பில் கரைப்பதால் சீக்கிரம் உலரக்கூடிய சாராய மெருகு உண்டாகிறது.

எண்ணெய்கள்.

மர எண்ணெய், ஆளி விதை எண்ணெய், தேங்காய், கடலை, ஆமணக்கு முதலியவைகளின் எண்ணெய்கள் மண்ணெண்ணெய், கற்பூரத்தைலம் முதலியவைகளை சாதாரணமாய் இரும்பு, மர சாமான்களை காப்பாற்றுவதற்கும், இயந்திரங்கள் வழவழப்பாக சுழலுவதற்கும் உபயோகிக்கிருர்கள்.

சாயசித்திரம்.

கண்ணுடியில் எழுதப்பட்ட புராண சித்திரப்படங்களை நீங்கள் பார்த்திருப்பீர்கள். முன் காலங்களில் கண்ணுடிகளின்மேலும், மரப்பலகைகளின் மேலும் சித்திரங்களை எழுதி வந்தார்கள். வர்ணத்தை கண்ணுடியின் மேல் பூசியாவது, கண்ணுடியுடன் சேர்த்தாவது சித்திரமெழுதுவதுண்டு. இப்பொழுது காகிதத்தில் வர்ணபடங்களை அச்சடிக்கிருர்கள்.

எனுமல்கள்.

எனுமல் தட்டு, டம்பளர், கரண்டி, கோப்பை முதலியவைகளை வீடுகளில் நாம் உபயோகிக்கிருேம். இவை இரும்பினுல் செய்யப்பட்டு துருப்பிடிக்காம லிருப்பதற்கு எனுமல் பூசப்பட்டவை. மணல், ஈயச் செந்தூரம், பொடாஷ் என்னும் மூன்று பதார்த்தங்களையும் சேர்த்து உருக்குவதால் கண்ணுடி போன்ற கடினமான பதார்த்தம் உண்டாகிறது. ஜலத்தில் கரையாத மழமழப்பான இந்த பதார்த்தத்திற்கு எனுமல் என்று பெயர். இது ஒளி ஊடுருவி (1) செல்லக்கூடியது, (2) செல்லக்கூடாதது என இருவகைப் படும். வெள்ளீயம், காரீயம், இவைகளின் ஆக்ஸைடுகளை சேர்த்து உருக்குவதால் மேற்சொன்ன இரண்டாவது வகை எனுமலை செய்கிருர்கள். தகுந்த உலோக ஆக்ஸைடுகளை உபயோகித்து பலவித வர்ண எனுமல்களைச் செய்கிருர்கள்.

எனுமல் கொடுத்தல்.

எனுமல் கொடுக்கப்பட வேண்டிய பாத்திரத்தை நன்ருய் சுத்தம் செய்து, ஈரமாக்கி, அதன் பரப்பில் எனுமல்

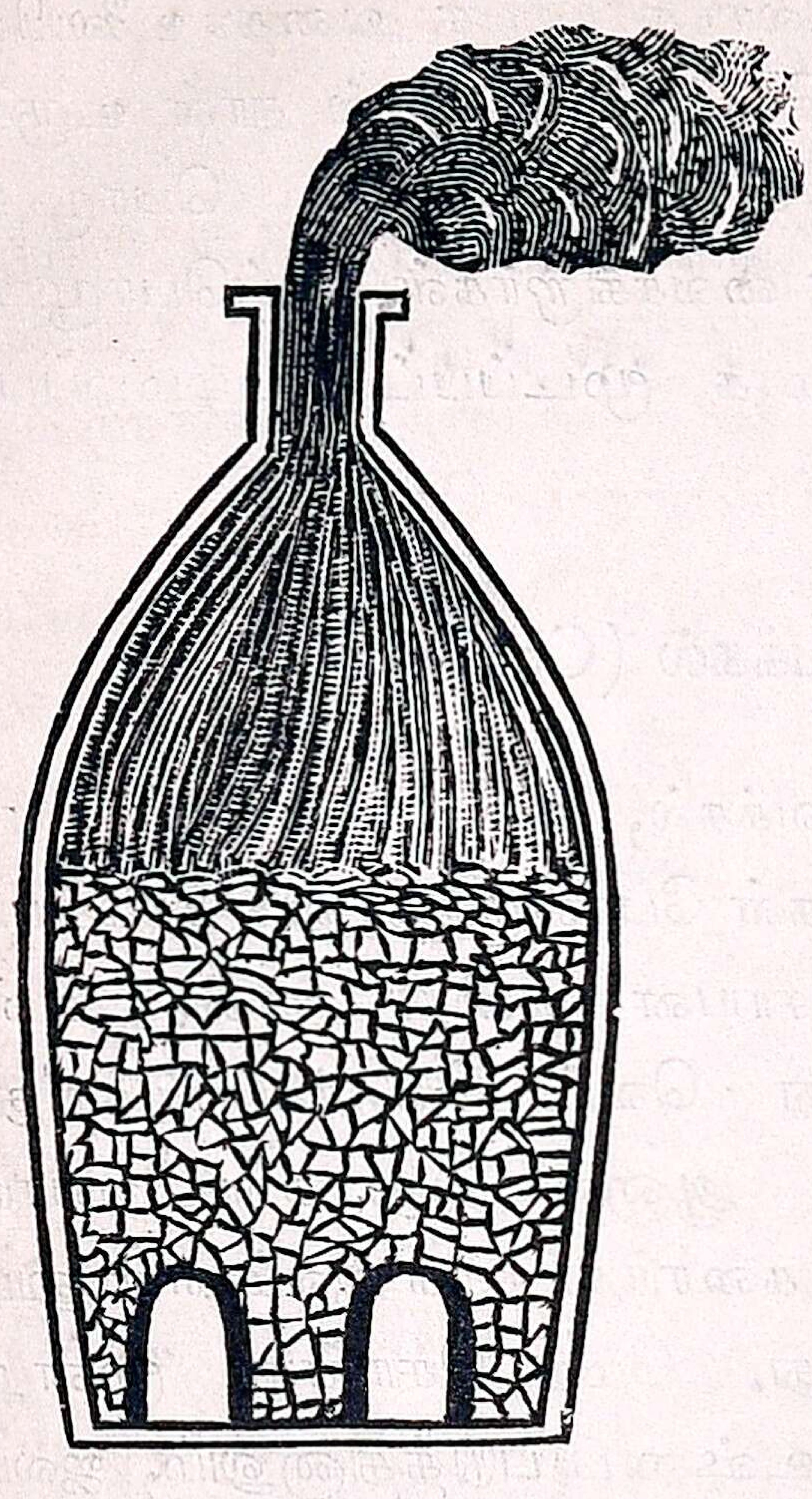
தூளை சமமாகப் பரப்பி, உலர்ந்த பிறகு அதை உலையில் (furnace) சிவக்கக் காய்ச்சுகிறார்கள். எனாமல் தூள் உருகி பாத்திரத்தில் சமமாகப் பரவி பிரகாசிக்கும் பொழுது பாத்திரத்தை எடுத்து குளிர வைக்கிறார்கள். இப்பொழுது பாத்திரம் எனாமலினால் சமமாக மூடப்பட்டு மழமழப்பா யிருக்கும்.

3. சுண்ணாம்புக்கல் (Chalk).

சுண்ணாம்புக்கல், சலவைக்கல், சாக் இவைகள் பார் வைக்கு வெவ்வேறு பொருள்கள் போலிருந்தாலும் கால்சியம் கார்பனேட் என்னும் ஓரே ரசாயன வஸ்து தான். சுண் ணாம்புக் கல் பூமியிலிருந்து வெட்டியெடுக்கப்படுகிறது. இது ஜலத்தில் கரைவதில்லை. ஆனால் இது கரியமிலவாயு வுள்ள ஜலத்தில் கொஞ்சம் கரைந்து சாக் ஜலம் என்னும் ஸ்திரமற்ற கடின ஜலமாகிறது. மேற் சொன்ன மூன்று பதார்த்தங்களை தனித்தனியே உஷ்ணப் படுத்தினாலும், ஜலம் கலந்த ஹைட்ரோகுளோரிக் ஆஸிட் உடன் சேர்த்தாலும் கரியமிலவாயு வெளிவருகிறது.

சுண்ணாம்புக் கல்லை சுட்ட நிலக்கரியுடன் சேர்த்து சுண் ணாம்புக் காளவாயில் (lime kiln) அடுக்கி, இதை அடியி லிருந்து உஷ்ணப்படுத்திச் சுடுகிறார்கள். உஷ்ணத்தினால் சுண்ணாம்புக் கல்லிலிருக்கும் கரியமிலவாயு வெளிச்சென்று சுட்ட சுண்ணாம்புக் கல் (quicklime) காளவாயில் தங்கு கிறது.

சுண்ணாம்பு (Quicklime) என்பது சுண்ணாம்புக் கல்லை சுட்டு கரியமிலவாயுவை நீக்கின பிறகு நிற்கும் வஸ்து. இதன்பேரில் ஜலத்தை ஊற்றினால் அதிக உஷ்ணம்



படம் 34. சுண்ணும்புக் காளவாய்.

வெளிப்பட்டு, ஜலம் ஆவியாகி, வெள்ளைப்பொடி தங்குகிறது. இதற்கு தாளித்த சுண்ணும்பு (slaked lime) என்று பெயர்.

தாளித்த சுண்ணும்புடன் மணலையும் ஜலத்தையும் கலந்து காரை செய்கிறார்கள். இது வாயுவிலுள்ள கரியமிலவாயுவுடன் சேர்ந்து கெட்டியாகிறது. சுண்ணும்பை ஜலத்துடன் கலந்து சுவர்களுக்கு வெள்ளை பூசுகிறார்கள். சுண்ணும்பை குளோரீனுடன் சேர்த்து தொழிற்சாலைகளில் சலவை மண்ணை (bleaching powder) செய்கிறார்கள்.

சுண்ணும்பு ஜலம் (Lime-water) :—அதிக ஜலத்தில் கொஞ்சம் சுண்ணும்பைப்போட்டுக் கலக்கி தெளிய வைத்தால் சுண்ணும்பின் பெரும்பாகம் அடியில் தங்கி, மேலிருக்கும் ஜலம் தெளிந்திருக்கிறது. இந்த தெளிந்த ஜலத்திற்கு சுண்ணும்பு ஜலம் என்று பெயர். இதில் கொஞ்சம்தான் சுண்ணும்பு கரைந்திருக்கிறது. இந்த ஜலத்தில் கொஞ்சம் கரியமிலவாயு சேர்ந்தால் சாக்குத்தூள் (chalk) உண்டாகி தனியாக பிரிகிறது. கரியமிலவாயுவை அதிகமாகச் சேர்த்தால் பிரிந்த சாக்குத்தூள் கரைந்து விடுகிறது. சுண்ணும்பு ஜலத்தைக்கொண்டு சாக் கரைந்துள்ள கடின ஜலத்தை மிருதுவாக்கலாம். கரிய

மிலவாயு இருப்பதை தெரிந்துகொள்ள பரிசோதனை சாலை களில் சுண்ணும்பு ஜலத்தை உபயோகிக்கிருர்கள்.

காரை (Mortar) :—இரண்டு அல்லது மூன்று பங்கு சலித்த மணலுடன் ஒரு பங்கு தாளித்த சுண்ணும்புத்தூளை சேர்த்துக் கலந்து, அத்துடன் ஜலத்தை ஊற்றி, சுண்ணும்பு செக்கில் அரைத்து காரை செய்கிருர்கள். செங்கல், கருங்கல் கட்டடங்களில் கற்களை ஒட்டுவதற்கும், சுவர், தரை இவை களுக்கு பூச்சுகொடுப்பதற்கும் காரை உபயோகமாகிறது. காரை வாயுவிலுள்ள கரியமிலவாயுவுடன் சேர்ந்து ஜலத்தை வெளிவிட்டு கட்டடத்தை கெட்டிப்படுத்துகிறது. காரையில் மணல் சேர்ந்திருப்பதால் வாயு உட்சென்று காரை கெட்டிப் படுவதற்கு சுலபமாகிறது.

சிமேண்டு:—சுக்காங்கல்லையும் (limestone), களிமண்ணை யும் ஒரு அளவில் கலந்து அதற்கென்று கட்டப்பட்ட காள வாயில் அதிக உஷ்ண நிலையில் சுடுகிருர்கள். சுடுவதால் ஏற் படும் கெட்டியான கட்டிகள் யந்திரங்களால் மெல்லிய பொடி யாக்கப்படுகிறது. இதற்கு சிமெண்டு என்று பெயர். ஒரு பங்கு சிமெண்டை ஐந்து பங்கு மணலுடன்சேர்த்து காரைக்குப் பதிலாக கட்டடம் கட்டுவதற்கும், பூச்சுவேலைக்கும் உபயோ கிக்கிருர்கள். இந்த காரை ஜலம் இருக்கும்பொழுது நன்ருக இறுகும் தன்மையுடையதால் இதை ஈரம் தாக்கக்கூடிய இடங்களில் சுண்ணும்பு காரைக்குப் பதிலாக உபயோகிப்பது நல்லது.

கான்கிரீட் (Concrete) :—சிறு கருங்கற்களுடன் சுண் ணும்பு காரையையாவது, சிமெண்டு காரையையாவது சேர்த்து கான்கிரீட் செய்கிருர்கள். பாலம், அணை, கட்டிடம் முதலிய வைகளின் அஸ்திவாரம் கெட்டியாயிருப்பதற்கு இதை உப

யோகிக்கிருர்கள். ரஸ்தாக்களின் பரப்புகள், மேட்டூர் அணை போன்ற நீர் நிலைகள், அணைக்கட்டுகள், முதலியவைகளை கட்டு வதற்கு சிமெண்டு கான்கிரீட்டை உபயோகப்படுத்துகிருர்கள். சிமெண்டு மணல் கலவையில் சிறு கருங்கல் ஜல்லியைச் சேர்த்து, இரும்புக்கம்பிகளை உள்வைத்து மூடி தூண், தூலம், கதவு ஜன்னல் நிலைகள், இவைகளின் மேல் உத்திரம், பலகை, பெஞ்சு, முதலியவைகளைச் செய்கிருர்கள். இவ்வாறு இரும் புக்கம்பி வலைகள் அமைத்து செய்யப்பட்ட சிமெண்டு மணல் கலவைக்கு பேர்ரோ கான்கிரீட் (ferro-concrete) அல்லது கேட்டிப்படுத்தப்பட்ட கான்கிரீட் (reinforced concrete) என்று பெயர். பெர்ரோ கான்கிரீட் குழாய்கள் இரும்பு குழாய்களுக்குப் பதிலாகத் தற்காலத்தில் நகரங் களில் ஜலம் கொண்டு வருவதற்கு உபயோகப்படுத்தப் படுகின்றன. பெர்ரோ கான்கிரீட் சாமான்கள் செய்யப்பட்ட வுடன் ஜலத்தில் இரண்டு வாரம் வைப்பதால் கெட்டியாகின் றன. கூரைகள், சுவர்கள், பாலங்கள் தற்காலத்தில் கெட்டிப் படுத்தப்பட்ட சிமெண்டு காரையினுலேயே கட்டப்படு கின்றன.

4. பொது ஜல வசதி முறை.

நமது உபயோகத்திற்கு தேவையான அளவு சுத்த ஜலம் அவசியம். நீரோட்டம், ஏரி, மலை இவைகளிருக்கும் சமீபத் திற்குத் தக்கவாறு நகரங்களில் உபயோகத்திற்கு வேண்டிய ஜல வசதி முறைகள் வித்தியாசப்படுகின்றன. இந்த முறை சாதா ரணமாய் மூன்று வகைப்படும். அவை (1) ஆகர்ஷண சக்தி முறை, (2) ஜலமிறைக்கும் யந்திரமுறை, (3) இவை இரண் டும் சேர்ந்த முறை.

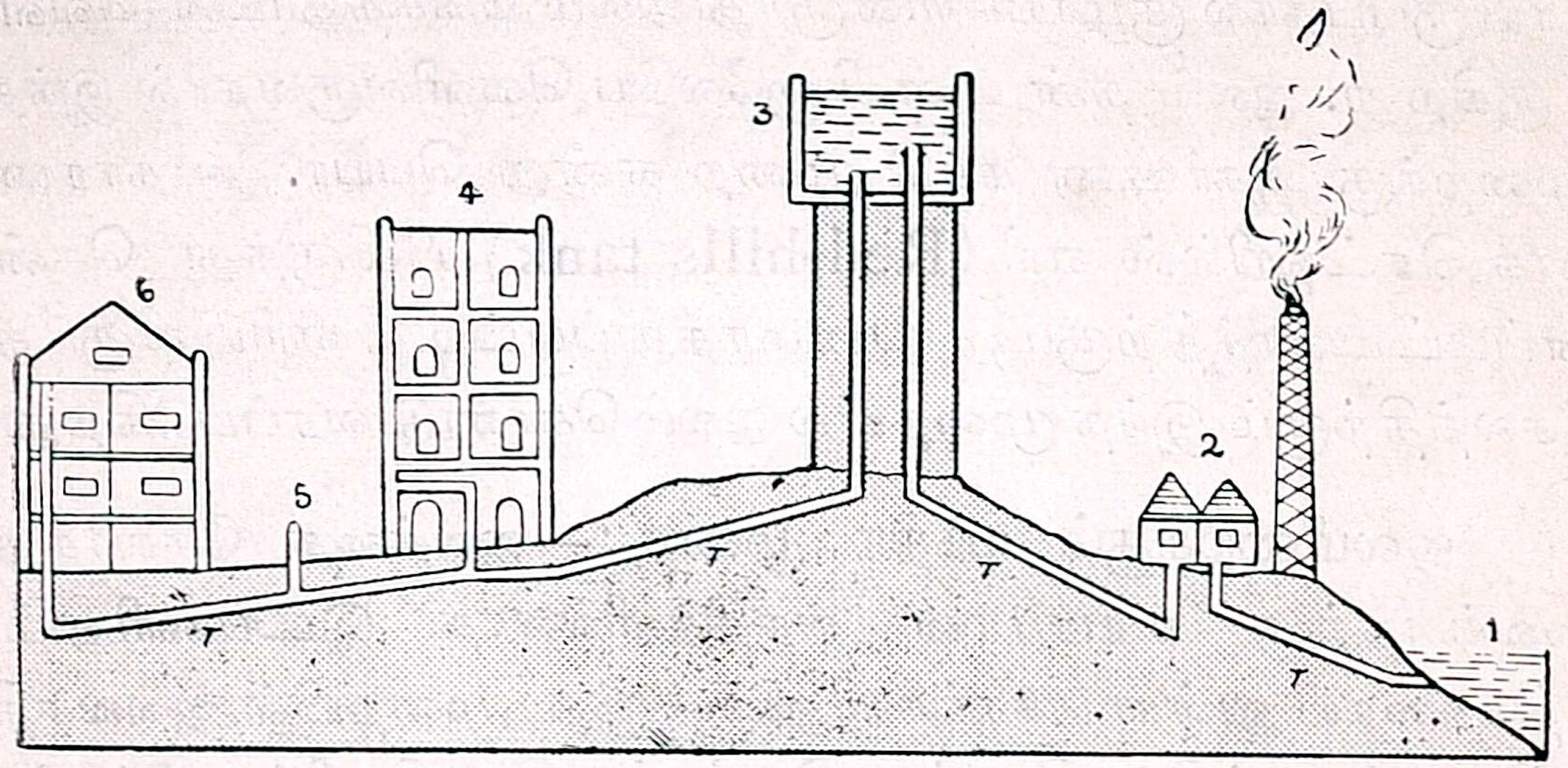
ஆகர்ஷண சக்தி முறை:—மலைக்குச் சமீபத்திலுள்ள நக ரங்களுக்கு அம்மலைகளிலிருக்கும் ஏரி அல்லது நீரோட்டங்

களிலிருந்து குழாய்களின் வழியாக ஜலம் கொண்டு வரப்படு கிறது. இந்த முறையில் ஜலத்திற்கு அழுத்தும் சக்தி அதிக மாயிருப்பதால் குழாய்களிலிருந்து ஜலம் வேகத்துடன் வெளி வருகிறது. ஜலம் தன் பளுவினாலேயே வெளிவருவதால் இந்த முறைக்கு ஆகர்ஷண சக்தி முறை என்று பெயர். உதாரண மாக ரெட்ஹில்ஸ் ஏரி (Red-hills tank) யிலிருந்து சென் னப்பட்டணத்திற்கும், பனமரத்துப்பட்டி ஏரியிலிருந்து சேலத்திற்கும் இந்த முறையில் ஜலம் கொண்டு வரப்படுகிறது.

ஜலமிறைக்கும் யந்திர முறை :—ஜலத்தை சேகரித்து வைப்பதற்கு உயரமான வசதிகளில்லாத இடங்களிலும், நதிக்கரையிலுள்ள நகரங்களிலும் இந்த முறையில் ஜலவசதி யை ஏற்படுத்திக் கொள்ளுகிறார்கள். அமெரிக்காவில் சில நகரங்களில் இந்த முறை உபயோகத்திலிருக்கிறது. இந்த முறையில் ஜலம் குழாய்களின் வழியாக வீடுகளுக்கு ஒரே விசையுடன் இறைக்கப்படுகிறது. ஜனங்கள் ஜலத்தை அதிக மாக உபயோகிக்கும் பொழுது ஜலத்தின் வேகம் குறைந்தால் ஜலமிறைக்கும் யந்திரம் தானாகவே வேகமாகவும், ஜலம் கொஞ்சமாய் உபயோகப்படுத்தப்படும் பொழுது யந்திரம் மெதுவாகவும் வேலைசெய்து ஜலம் ஒரே விசையுடன் வெளி வந்து கொண்டிருக்கும்.

ஆகர்ஷண சக்தியும் ஜல யந்திரமும் சேர்ந்த முறை :— நகரங்களுக்கு சமீபத்தில் தாழ்ந்த மட்டத்தில் தண்ணீர் இருந்து அதற்கு சமீபத்தில் குன்று அல்லது மலை யிருந்தால் இந்த உயர்ந்த இடங்களில் ஜலத்தை தேக்கிவைக்க பெரிய ஜலாசயங்களைக் (reservoirs) கட்டுகிறார்கள் (படம் 34-A). கிணர், ஏரி, நதி முதலியவைகளிலிருந்து சக்தி ஜலயந்திரங்க ளைக்கொண்டு மேற் சொன்ன ஜலாசயங்களை (படம் 34-A-3) நிரப்புகிறார்கள். பிறகு அங்கிருந்து பெரிய குழாய்களின் வழி

யாய் வேண்டிய இடங்களுக்கு ஜலத்தை தானகவே ஓட விடு கிறார்கள். திருச்சி, தஞ்சை, ஈரோடு முதலிய இடங்களுக்கு



படம் 34-A.

ஜலவசதி முறை. 1. ஏரி; 2. ஜலமிறைக்கும் யந்திர ஆலை; 3. ஜலாசயம்; 4 & 6. வீடுகள்; 5. தெருக் குழாய் T. T. குழாய்கள்.

இவ்விதமாக ஜலம் கொண்டு வரப்படுகிறது. அநேக ரயில் வே ஸ்டேஷன்களில் இம்முறையில் பிரயாணிகளுக்கும், இயந்திரங்களுக்கும் ஜல வசதி ஏற்படுத்தியிருக்கிறார்கள்.

நகரத்தின் பலபாகங்களுக்கு ஜலத்தை கோண்டுபோதல்: ஜலாசயங்களிலிருந்து இரும்பு அல்லது கெட்டிப்படுத்தப் பட்ட (ferro-concrete) பெரிய குழாயின் வழியாய் ஜலம் கொண்டு போகப்படுகிறது. இந்த பெரிய குழாயிலிருந்து பல சிறிய குழாய்களுக்கும், அவைகளிலிருந்து அவைகளை விடச் சிறிய குழாய்களுக்கும், படிப்படியாய் இன்னும் சிறிய குழாய்களின் வழியாகச் செல்லச் செய்து வீடுகளுக்கு $\frac{3}{4}$ அங்குல குழாய்களின் வழியாய் ஜலத்தை கொடுக்கிறார்கள். குழாய்களின் நுனியிலுள்ள அடைப்புக் குழாய்கள் (taps) மூன்று வகைப்படும். அவை (1) தானகை மூடிக்கொள்ளக்

கூடியது, (2) திருகுள்ளது, (3) திருப்பக்கூடியது. முதல் வகை அடைப்புக் குழாயை உபயோகிப்பதால் ஜலம் வீணுவதைத் தடுக்கலாம். இரண்டாவது வகையில் ஜலத்தை வேண்டிய அளவில் வெளிவரச்செய்யலாம்.

ஜலத்தை வடிகட்டுதல் :—மேற்சொன்னபடி நகரங்களுக்கு கொண்டு வரப்படும் ஜலம் முதலில் வடிகட்டும் தொட்டிகளின் (filter-beds) வழியாய் செலுத்தப்படுகிறது. இத்தொட்டிகளில் அடியில் பெரிய கருங்கற்களும், அதற்கு மேல் சிறியகற்களு மிருக்கின்றன. அதற்கும் மேல் முறையே இரண்டடி உயரம் பெருமணலும், சுமார் இரண்டு மூன்று அடி சிறுமணலும் பரப்பப்பட்டிருக்கின்றன. ஜலம் மணலடுக்குகளின் வழியாய் ஊரும் பொழுது, ஜலத்தில் மிதக்கும் மண் முதலிய அசுத்தங்கள் மணலின் மேல் பரப்பில் தங்கி விடுகின்றன. இத்தொட்டியில் வடி கட்டப்பட்ட ஜலத்துடன் கிருமிகளை அழிக்கத்தகுந்த அளவு திரவ குளோரினை சேர்க்கிருர்கள். இப்பொழுது இந்த ஜலம் வீடுகளில் உபயோகிப்பதற்குத் தகுந்ததாகிறது. வடி கட்டும் தொட்டிகளிலுள்ள மணல், கல் முதலியவைகளை வேண்டிய பொழுது வெளியிலெடுத்து சுத்தம் செய்து மறுபடியும் உபயோகிக்கிருர்கள். அதிககாலமாகி விட்டால் புதியமணலை உபயோகிக்க வேண்டும்.

ஜல யந்திரசாலை :—ஜலத்தை இறைப்பதற்கு சக்தி ஜல யந்திரத்தை (force-pump) உபயோகிக்கிருர்கள். இந்த யந்திரம் ஜலம் கிடைக்குமிடத்தில் ஒரு சாலையில் (படம் 34-A2) அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது, நீராவியாலோ அல்லது எண்ணெயாலோ வேலை செய்யும் யந்திரத்தால் ஜலயந்திரம் வேலை செய்கிறது. மின்சார சக்தி கிடைக்குமிடங்களில் மின்சார சக்தி யந்திரங்களைக் (electric motor) கொண்டு ஜலம் இறைக்கப்படுகிறது.

கேள்விகள்.

1. வீடு அமைப்பதில் உபயோகப்படுத்தப்படும் சாமான்கள் யாவை?

2. வீடுகளில் சாதாரணமாய் உபயோகப்படுத்தப்படும் உலோகங்களையும், கலப்பு உலோகங்களையும் கூறு.

3. மூன்று வகை இரும்பும் அவைகளின் ஒவ்வொன்றின் உபயோகமும் என்ன?

4. பித்தளைப் பாத்திரங்களைவிட வெண்கல, அலுமினிய பாத்திரங்கள் ஏன் சிறந்தவை?

5. இரும்பு, மரம் இவைகளால் செய்யப்பட்ட சாமான்களை பாதுகாக்கும் வஸ்துக்கள் யாவை?

6. (1) சாயங்கள், (2) மெருகெண்ணெய்கள் இவை எவ்வாறு செய்யப்படுகின்றன?

7. கண்ணாடியிலும், மரங்களிலும் வர்ண சித்திரங்கள் எவ்வாறு வரையப்படுகின்றன?

8. எனமல் எவ்வாறு செய்யப்படுகிறது?

9. இரும்புப் பாத்திரத்தின் மேல் எனமல் பூசும் விதத்தை விவரி.

10. இரும்பு, மர சாமான்களை பாதுகாப்பதற்கு உபயோகமாகும் எண்ணெய்களைக் கூறு.

11. சுண்ணாம்புக் கல் என்பது என்ன? அது எங்கே அகப்படுகிறது? அதிலிருந்து நாம் உபயோகிக்கும் சுண்ணாம்பு எவ்வாறு உண்டாகிறது?

12. (1) சுண்ணாம்பு காரை, (2) சிமெண்டு, (3) சிமெண்டு காரை, (4) கான்கிரீட், (5) பெர்ரோ கான்கிரீட் இவைகள் எவ்வாறு செய்யப்படுகின்றன?

13. பொது ஜல வசதி முறைகளை விவரி.

14. பொது ஜன உபயோகத்திற்காக ஜலத்தை எவ்வாறு சுத்தம் செய்கிறார்கள்?

அத்தியாயம் 4.

நம்மைச் சுற்றியுள்ள வஸ்துக்களின் ஆராய்ச்சி.

1. வாயு மண்டலம் (Atmosphere).

பூமியைச் சுற்றிலும் கண்ணுக்குப் புலப்படாமல் பரவியிருக்கும் வாயுவிற்கு வாயு மண்டலம் என்று பெயர். இது சுமார் 150 மைல்களுக்குமேல் பரவியிருக்கிறது. வாயு ஒரு பதார்த்தம். பூமியின் ஆகர்ஷண சக்தியால் இது பூமிக்கு இழுக்கப்பட்டு, அத்துடன் சுற்றுவதால் இதற்கு எடையுண்டு. ஆகையால் இதற்கு அழுத்தும் சக்தி உண்டு. இந்த அழுத்தும் சக்தி சமுத்திரமட்டத்தில் சதுர அங்குலத்திற்கு சுமார் 15 பவுண்டு எடையுள்ளது.

சுருங்குந் தன்மை.

ப-சோ. 6 :—ஒரு கண்ணாடி டம்பளரின் வாய் ஜலப் பரப்பிற்கு சற்று கீழிருக்கும்படி கவிழ். டம்பளரின் உள்ளும் புறமும் ஜலம் ஒரே மட்டத்திலிருப்பதைக் கவனி. டம்பளரை சற்று கீழே அழுத்தி உள் ஜலமட்டம் மாறி சற்று மேலே ஏறி நிற்பதைக்கவனி. இப்பொழுது உள்ளிருக்கும் வாயுவின் பரிமாணம் முன்னிருந்ததைவிட குறைந்திருக்கிறது. பாத்திரத்தை கீழே அழுத்த அழுத்த அதனுள்ளிருக்கும் வாயுவின் பரிமாணம் குறைந்துகொண்டே வருகிறது. இதனால் வாயுவிற்கு சுருங்கும் குணம் (compressibility) உண்டென்று தெரிகிறது.

ப-சோ. 7 :—டம்பளரை அழுத்தும் சக்தியைக் குறை. டம்பளர் மேலே தூக்கப்பட்டு அதனுள்ளிருக்கும் வாயுவின் பரிமாணம் அதிகரிக்கிறது. அழுத்தப்பட்ட கம்பிச் சுருளும்,

நீட்டப்பட்ட ரப்பர் துண்டும் அழுத்தும் அல்லது நீட்டும் சக்தி நீக்கப்பட்டவுடன் முன் ஸ்திதியை அடைவதுபோல், டம்பளரை அழுத்தும் சக்தி குறைந்ததும் உள்ளிருக்கும் வாயுவிரிவடைந்து, முன் பரிமாணத்தை அடைகிறது. வாயுவின் இந்த குணத்திற்கு ஸ்திதிஸ்தாபகம் (elasticity) என்று பெயர்.

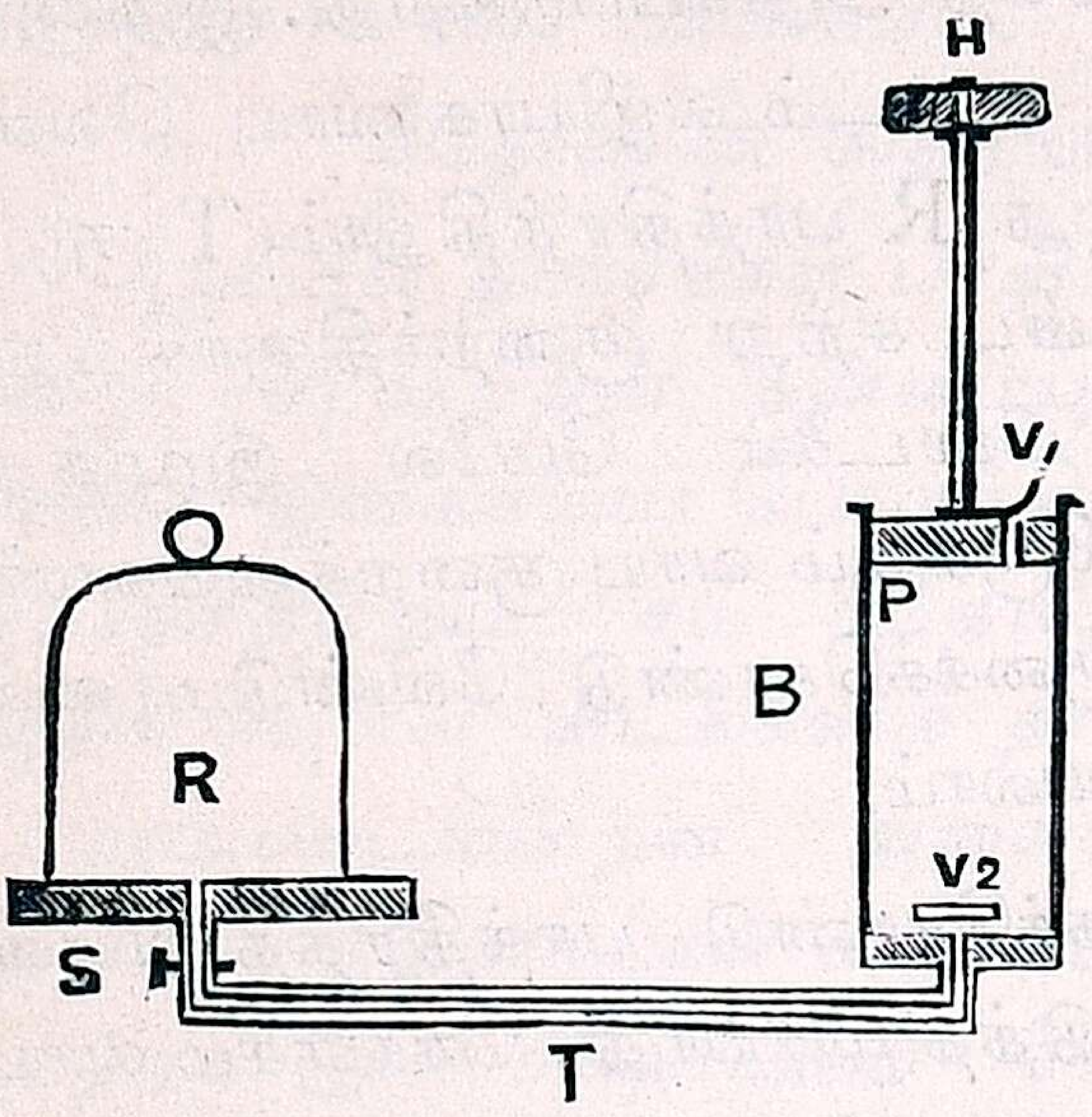
ப-சோ. 8:—சைகில் பம்பின் நுனியிலிருக்கும் துவாரத்தை மூடிக்கொண்டு பிஸ்டனை அழுத்து. குழாயிலுள்ள வாயு சுருங்கப்படுகிறது. பிஸ்டனை அழுத்துவதைவிட்டவுடன், உள்ளிருக்கும் வாயு விரிவடைந்து பிஸ்டனை வெளித்தள்ளுகிறது. இந்த பரிசோதனையால் வாயுவிற்கு சுருங்குந் தன்மையும், ஸ்திதிஸ்தாபக தன்மையும் உண்டென்று தெரிகிறது. ரப்பர் பந்தை கை விரல்களால் அழுத்தி பின் விடுவதாலும் வாயுவின் மேற்சொன்ன குணங்களை நிரூபிக்கலாம்.

கால்பந்து, சைகில், மோடார் இவைகளின் ரப்பர் குழாய்களில் வாயுவை அடைக்கமுடிவது, வாயுவின் சுருங்குந் தன்மையால் தான். வாயுவிற்கு ஸ்திதிஸ்தாபக குண மிருப்பதால் தான் சைகில், மோடார் இவைகளில் நாம் செல்லும்பொழுது அதிர்ச்சியில்லாமல் சுகமாக சவாரி செய்கிறோம். நெருப்பை அணைக்கும் யந்திரம், வாயு வாங்கி (exhaust pump), பனிக்கட்டிசெய்யும் யந்திரம், வாயு அழுத்தும் சக்தியால் வேலை செய்யும் துறப்பணம் (pneumatic drill), சோடா ஜல யந்திரம் (soda fountain) இவைகளில் வாயுவின் சுருங்குந்தன்மையும், ஸ்திதிஸ்தாபகத் தன்மையும் உபயோகப்படுகின்றன.

வாயு வாங்கி.

பாத்திரங்களிலிருந்து வாயுவை வெளிப்படுத்த நாம் வாயு வாங்கியை உபயோகிக்கிறோம்.

பாகங்கள் :—(1) படத்தில் R என்று குறிப்பிட்ட மணி ஜாடி (bell-jar), (2) இதன் உள்ளிருக்கும் வாயுவை வெளிபடுத்தும் பொழுது இதை வைக்க மத்தியில் துவாரத்துடனுள்ள தட்டு (bed-plate), (3) தட்டின் துவாரத்தை (B) என்னும் அகன்ற குழாயுடன் சேர்க்கும் பகரக் குழாய் T, (4) அகன்ற குழாயி (B)-ல் நெருக்கமாய் பதிந்து மேலுங் கீழுமாக நகரக்கூடிய கைப்பிடி (H) யுடனிருக்கும் பிஸ்டன் P, (5) மேல்பக்கம் மட்டும் திறக்கக்கூடிய V_1, V_2 கபாடங்கள் (valves), V_1 கபாடம் பிஸ்டனிலும், V_2 கபாடம் அகன்ற குழாயில் பகரக் குழாய் சேருமிடத்திலும் இருக்கின்றன. தட்டிற்கு கீழ் பகரக் குழாயில் (S) என்னும் திருகு இருக்கிறது.



படம் 35. வாயு வாங்கி.

வேலை செய்தல் :—(R) என்னும் பாத்திரத்தின் விளிம்பில் வாஸிலைன் மெழுகைத் தடவி தட்டின்மேல் வாயு உள்ளும் வெளியிலும் செல்லாதபடி அதை நன்றாகப் பதித்து வை. பிஸ்டனை அகன்ற குழாயின் (B) அடிப்பாகத்திலிருந்து மெதுவாக மேலே இழு. இப்பொழுது பிஸ்டனின் கீழ் ஏற்படும் சுமாரான சூன்யபாகத்தை அடைய வெளிவாயுவின் பிரயத்தனத்தால் V_1 கபாடம் இறுக்கமாக மூடப்படுகிறது. R பாத்திரத்திலுள்ள வாயு பகரக்குழாய் (T) வழியாய் V_2 கபாடத்தைத் திறந்து அகன்ற குழாய்க்குள்ளிருக்கும் சூன்ய பாகத்தை அடைகிறது. பிஸ்டனைக்

கீழே அழுத்து. இப்பொழுது B குழாயிலுள்ள வாயு சுருக்கப்பட்டு அதன் அழுத்தும் சக்தி அதிகப்படுகிறது. இதனால் V_2 கபாடம் மூடப்பட்டு, V_1 கபாடம் வழியாக வாயு வெளியே செல்லுகிறது. இப்பொழுது R பாத்திரத்திலும், T குழாயிலும் வாயு முன்னிருந்ததைவிட சற்று குறைந்திருக்கிறது. இம்மாதிரி பல தடவை பிஸ்டனை மேலே இழுத்து அழுத்தினால் R பாத்திரத்திலிருக்கும் வாயு குறைந்துகொண்டே வரும். S என்னும் திருகைக்கொண்டு வேண்டுமானால் வாயுவை உள்ளே போகச்செய்யலாம்.

ஆனால் இந்த யந்திரத்தைக்கொண்டு பாத்திரத்திலுள்ள வாயு முழுவதையும் வெளிப்படுத்தமுடியாது. கொஞ்சம் வாயு பாத்திரத்திலும் குழாயிலும் இருந்தே தீரும். பாத்திரத்திலிருக்கும் வாயுவிற்கு V_2 கபாடத்தை தூக்க சக்தியில்லாமற் போகும்பொழுது உள்ளிருக்கும் வாயுவை வெளிப்படுத்த முடியாது.

2. கால நிலைமையும் சீதோஷ்ண ஸ்திதியும் (Weather and Climate).

ஒரே இடத்தில் காலநிலை தினத்திற்குத் தினம் மாறுகிறது. இம்மாதிரி மாறுவதற்கு முக்கிய காரணங்கள் அங்குள்ள உஷ்ண நிலை, நிலத்தின் சுபாவம், வாயு, மேகம், சூரிய வெளிச்சம், மழை முதலியன. ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்தில் இவைகளின் சராசரி அளவைக்கொண்டு அந்த இடத்தின் சீதோஷ்ண ஸ்திதியை அறிந்துகொள்ளுகிறோம். பூமியின் பரப்பில் ஒரே மாதிரியான சீதோஷ்ண ஸ்திதியுள்ள பலவிடங்களிருக்கின்றன. இவைகளை ஒரு வகை சீதோஷ்ண ஸ்திதியுள்ள பூபாகமாகக் கருதலாம். இவ்வாறு கவனிக்கும்பொழுது பூமியை (1) அதி உஷ்ண பிரதேசம், (2) சம

சீதோஷ்ண பிரதேசம், (3) அதி சீதளபிரதேசம் என மூன்று பிரதேசங்களாகப் பிரிக்கலாம்.

சீதோஷ்ண ஸ்திதியும் தாவரங்களும்.

பூமியில் தாவரங்கள் பரவியிருத்தல் (1) உஷ்ணம், (2) மழை, (3) காற்றின் தன்மையும் சக்தியும், (4) மண்ணின் குணம் இவைகளைப் பொருந்தியிருக்கிறது. அதி உஷ்ணப் பிரதேசத்திலும், சம சீதோஷ்ண பிரதேசத்திலும் மழை அதிகமாயுள்ள விடங்களில் தாவரங்கள் அதிக பருமனும் உயரமுமடைகின்றன. அவைகளின் தண்டு அமைப்பில் அதிக வித்தியாசங்கள் காணப்படுகின்றன. இந்த உயரமான மரத்தண்டுகள் சீதோஷ்ண நிலை மாறுதல்களால் பாதிக்கப் படுவதில்லை. இப்படிப்பட்ட தாவரங்கள்சேர்ந்து மரமடர்ந்த காடுகளாகின்றன. இந்த பிரதேசத்திற்கு **வனாந்தரபிரதேசம்** (woodland) என்று பெயர்.

அதிக குளிர்ச்சியாலும் கோடை வறட்சியாலும் காடுகளின் வளர்ச்சிக்கு சௌகர்யமில்லாத இடங்களில் குறைந்த உயரமுள்ள தாவரங்கள் வளருகின்றன. இந்த பிரதேசத்திற்கு புல் பிரதேசம் (grassland) என்று பெயர்.

சில பிரதேசங்களில் புல் பூண்டுகள் கூட அடர்த்தியாய் வளருவதற்கு வேண்டிய சீதோஷ்ண நிலைமை இருக்கிறதில்லை. அந்த பிரதேசங்கள் வெயில் அதிகமாயும், ஜல மில்லாததுமான சஹாரா போன்ற பாலைவனங்களாகவாவது, பனிக்கட்டி நிறைந்த வடசைபீரியாவிலுள்ள டண்ட்ராஸ் (Tundras) போன்ற பனிக்கட்டி பிரதேசங்களாகவாவது இருக்கலாம்.

நிரக்ஷரேகையிலிருந்து துருவங்களுக்குச் செல்லும் பொழுது நாம் சந்திக்கும் சீதோஷ்ணப் பிரதேசங்களையே உயரமான மலையின் அடிவாரத்திலிருந்து மேலே செல்லும்

பொழுதும் சந்திக்கிறோம். உஷ்ணப் பிரதேசங்களிலிருந்து அதி சீதளபிரதேசம் வரையிலும் தாவரங்கள் எவ்வாறு மாறுபாடுகளை அடைகின்றனவோ அதே மாறுபாடுகளை நாம் மலையில் மேலே செல்லச்செல்ல காண்கிறோம்.

மலையின் மேல் செல்லச்செல்ல தாவரங்களில் அடியிற் கண்ட முக்கிய மாறுதல்கள் இருப்பதைப் பார்க்கிறோம். மலைச்சாரலின் கீழ்பாகங்களில் விவசாயத்திற்குத் தக்க நிலங்களிருக்கின்றன. மேலே செல்லுங்கால் மழை அதிகரித்து, மரமடர்ந்த காட்டுப் பிரதேசங்களிருக்கின்றன. இந்த காட்டுப் பிரதேசங்களின் கீழ்பாகங்களில் தழைகளை உதிர்க்கும் மரங்களும், மேல்பாகங்களில் அதிகமாக உயர்ந்து, மேலே கூராக குவிந்த இலை உதிரா மரங்களும் காணப்படுகின்றன. இதற்கு மேல் சீதளம் அதிகரிப்பதால் தாவரங்கள் குட்டையாய் இருக்கும். இப்படியிருப்பதால் இவை காற்றின் விசையினால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இதற்குமப்பால் குளிர்ச்சி அதிகரித்து புதர்கள் மட்டும் காணப்படும். இன்னும் உயரத்தில் சென்றால் புற்களும், அதற்கும் மேல் பாசியும் காணப்படும்.

குளிர் தேசங்களில் தாவரங்கள் பருவகாலங்களை அனுசரித்து வளருகின்றன. இங்குள்ள தாவரங்கள் வசந்த காலத்தில் பசுமையான துளிர்கள் அடர்ந்து, கோடைகாலத்தில் இலைகள் முதிர்ந்து, காற்காலத்தில் அவ்விலைகள் பழுத்து பிறகு அவை உதிர்ந்து, பனிக்காலத்தில் இலைகளில்லாமலிருக்கின்றன.

சீதோஷ்ண ஸ்திதியும் பிராணிகளும்.

பிராணிகள் நகரக்கூடியனவாதலால், தாங்கள் வசிப்பதற்குத் தகுந்த சீதோஷ்ண பிரதேசங்களை தாங்களே தேடிக் கொள்ளுகின்றன. பிராணிகள் ஜீவித்திருப்பதற்கு தாவரங்

கள் அவசியம். ஆகையால் பிராணிகள் பரவி வசிப்ப தற்கும் சீதோஷ்ண ஸ்திதியே முக்கிய காரணமாகும். பிராணி கள் இம்மாதிரி பரவுதலுக்கு நதிகளும், மலைகளும் தடைக ளாயிருக்கின்றன. ஆனாலும் பிராணிகள் சுயேச்சையாக வாவது, பராதீனமாகவாவது பல விடங்களுக்கு நகருகின் றன. ஆறுகளில் மிதக்கும் கட்டைகளின் மீது குரங்குகளும், சமுத்திரத்தில் மிதக்கும் பனிமலைகளின்மீது வெள்ளைக்கரடிக ளும் தாங்கள்வசிக்கும் இடத்தைவிட்டு தங்களிச்சையின்றி கொண்டுபோகப்படுகின்றன. ஆகாரம் கிடைக்கக்கூடிய சற்று உஷ்ணமான இடங்களைத் தேடி பக்ஷிகள் தேசம் விட்டு தேசம் பறக்கின்றன. காட்டெருமை, நீர்நாய், அணில் முதலியவைகளும் ஆகாரத்தை நாடி இடம் விட்டு இடம் செல்லுகின்றன. அநேக பிராணிகள் காடுகளில் அல்லது சதுப்பு நிலங்களில் மட்டும் வசிக்ககூடியனவாதலால் அவை ஒரே இடத்தில் தங்கி யிருக்கின்றன. உதாரணமாக துருவ பிரதேசத்தில் வசிக்கும் வெள்ளைக்கரடி நிரக்ஷரேகைப் பிர தேச காடுகளிலும், மயில் கிரீன்லாந்து பனிக்கட்டி பிரதேசத் திலும் வசிக்கமுடியாது.

அநேகமாய் பிராணிகள் சீதோஷ்ண நிலை மாறுபாடுகளை கவனிக்காமல் ஒரே இடத்தில் வசிக்க பழக்கப்படுத்திக் கொள்ளுகின்றன. இந்த பழக்கம் பக்ஷிகளிலும், குட்டி போட்டு பாலூட்டும் பிராணிகளிலும் அதிகம். ஒரே இடத் தில் வசிக்கும் பக்ஷிகளுக்கு சுதேசவாசிகள் (residents) என்று பெயர். மீன்கள் கோடைகாலத்தை விட மாரிகாலத் தில் சுவாசிப்பது குறைந்து சுறுசுறுப்பு குறைந்தபோதிலும் ஒரே இடத்தில் தங்கியிருக்கின்றன. குளிர்காலத்தில் ஆகா ரத்திற்கு வேண்டிய பூச்சிகள் நசித்து விடுவதால், தவளை களும் ஊர்வனவும் சோர்வு அடைந்து தூங்கிவிடுகின்றன. திமிங்கலத்தின் கொழுப்பும், ஆடு, கரடி இவைகளின் மே

லுள்ள உரோமமும், பக்ஷியின் இறகுகளும், யானை, காண்டா மிருகம் இவைகளின் தடித்த தோலும் வெளி சீதோஷ்ண மாறுபாடுகளிலிருந்து இவைகளின் தேக உஷ்ண நிலையை ஒரே ஸ்திதியிலிருக்கச் செய்கின்றன.

சில பக்ஷிகள் பரதேசி பறவைகள் (migratory birds) என்று சொல்லப்படுகின்றன. ஒரு தேச சீதோஷ்ண நிலைமை பிரதி கூலமாயிருப்பதாலும், ஆகாரம் எளிதில் கிடைக்க கூடாததாலும் தாங்களிருக்கு மிடத்தை விட்டு சீதோஷ்ண சௌகரியமும், போதுமான ஆகாரமும் கிடைக்கக்கூடிய தூரப் பிரதேசங்களுக்கு இவை செல்லுவதால், இந்த பெயர் அவைகளுக்கு பொருத்தமானதே.

வெட்டுக்கிளிகள் மேகங்கள்போல் கூட்டமாக ஒரு பிரதேசத்திலிருந்து மற்றொரு பிரதேசத்திற்குச் செல்லுவது நமக்குத் தெரியும். சம சீதோஷ்ண பிரதேசத்திலுள்ள பிராணிகள் தான் இவ்வாறு செல்லுகின்றன.

பிராணிகள் தங்களை விரோதிகளிடமிருந்து நிறத்தால் காப்பாற்றிக் கொள்ளுகின்றன என்று நாம் முன் வாசித்தோம். இந்த நிறம் பிராணிகள் வசிக்கும் பிரதேசத்தின் சீதோஷ்ண நிலைமைக்குத் தக்கவாறு இருக்கிறது. பனிப் பிரதேசத்துக் கரடியும், பக்ஷிகளும் வெண்மையாயும், புல் பிரதேசத்து பிராணிகள் பழுப்பு நிறமுள்ளனவாயு மிருக்கின்றன. உஷ்ணப் பிரதேசக் காடுகளிலுள்ள கரடி கறுப்பாகவும், பக்ஷிகள் பிரகாசமான பலவகை நிறமுள்ள இறகுகளுடையனவாயு மிருக்கின்றன. பக்ஷிகள் தாங்கள் வசிக்கும் பிரதேசத்தின் சீதோஷ்ண ஸ்திதி மாறுதலை அனுசரித்து தங்கள் இறகுகளின் நிறத்தை மாற்றிக்கொள்ளும் சக்தியுள்ளவை என்று தெரிகின்றது.

3. பொருள்:—நிலக்கரியும், அதிலிருந்து உண்டாகும் பதார்த்தங்களும்.

பொருளுக்கு (matter) தனிமையாக இடத்தை அடைத்துக்கொள்ளும் சக்தியுண்டு. அதாவது ஒரு பொருள் இருக்குமிடத்தில் அதேசமயத்தில் மற்றொரு பொருள் இருக்க முடையாது. ஒரு பரிமாணமுள்ள பொருளுக்கு வஸ்து (substance) என்று பெயர். உதாரணங்கள்:— நிலக்கரி, இரும்பு, மரம், இறகு, கண்ணாடி, ஜலம் முதலியன. பொருள்களுக்கு மூன்று விதமான நிலைமைகள் உண்டு. அவை திட, திரவ, வாயு எனப்படும்.

நிலக்கரி

பல நூற்றாண்டுகளாக எரிப்பதற்கு காடுகளிலிருந்த மரங்களை விறகாக உபயோகித்து வந்தார்கள். இப்பொழுதும் வீடுகளில் மரக்கட்டையையும், மரக்கரியையும் எரிப்பதற்கு உபயோகிக்கிறோம். இங்கிலாந்து, அமெரிக்கா முதலிய மேல்நாடுகளில் தற்காலத்தில் எரிப்பதற்கு மரக்கட்டைக்குப் பதிலாக நிலக்கரியை உபயோகிக்கிறார்கள். நீராவி யந்திரங்களில் நிலக்கரியே முக்கியமாக உபயோகப்படுத்தப் படுகிறது. ஒரு தேசத்திலுள்ள நிலக்கரியின் அளவைக் கொண்டு அதன் செல்வ நிலையை நிர்ணயிக்கலாம்.

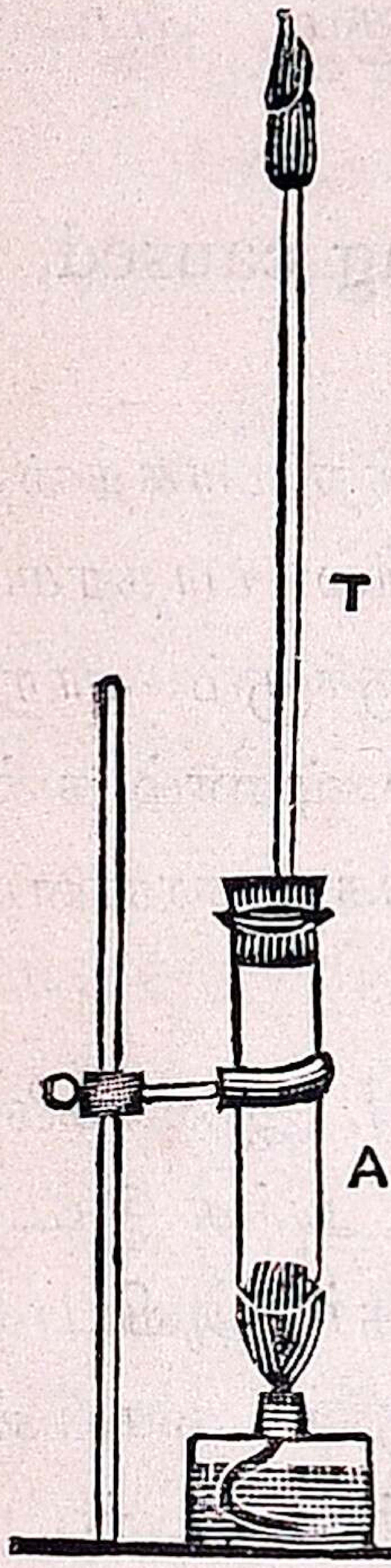
நிலக்கரி பூமியிலிருந்து வெட்டியெடுக்கப் படுவதால், அதை ஒரு கனிஜப்பொருள் என்று சொல்லுகிறோம். ஒரு கட்டி நிலக்கரியை பரிசோதிக்குங்கால், அதில் தாவரங்களின் இலை, கிளை, வேர் இவைகளின் உருவமிருப்பதால், நிலக்கரி தாவரசம்பந்தமானது என்று ஊகிக்கலாம். பண்டைகாலத்தில் மரமடர்ந்த விசாலமான காடுகள் அழிந்து, வெகுகாலம்

பூமியினுள் புதைந்து அதன் உஷ்ணம், அழுத்தும் சக்தி இவைகளால் நிலக்கரியாக மாறியிருக்கின்றன. இவைகளின் மேல்படிப்படியாக வண்டல் மண், மணல், களிமண் இவை படிந்து, கனமடைந்து அழுத்துவதால் கனிஜப்பொருளுக்குள்ள கடினமும், அடர்த்திகனமும் நிலக்கரிக்கு ஏற்படுகிறது. நிலக்கரி பூமியினுள் எவ்வளவு நூற்றுண்டுகள் அழுத்தபட்டிருக்கின்றதோ அதற்குத் தக்கவாறு அதன் கடினம் வித்தியாசப்படுகிறது. ஆகையால் நிலக்கரியை (1) கடினநிலக்கரி (2) மிருதுவானநிலக்கரி என்று இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். முதல் வகையில் கரி (**carbon**) அதிகமாயிருக்கிறது. இரண்டாவது வகையில் உஷ்ணப் படுத்துவதால் சுலபமாய் ஆவியாக மாறும் பதார்த்தங்கள் அதிகமாயிருக்கின்றன.

நிலக்கரியை வாயுவுடன் சேர்க்காமல் உஷ்ணப்படுத்துதல்.

ப-சோ. 9 :—சில நிலக்கரித் துண்டுகளை கரிஅடுப்பில் எரிய விடு. அவை புகையோடு எரிந்து சாம்பல் மிஞ்சுகிறது. நிலக்கரி எரிவதற்கு வேண்டிய பிராணவாயுவை, வெளி வாயுவிலிருந்து எடுத்துக்கொள்ளுகிறது.

ப-சோ. 10 :—கொஞ்சம் நிலக்கரிப் பொடியை ஒரு சோதனைக்குழாயின் நீண்ட குழாய் சொருகியுள்ள அடைப்பானல் மூடி, படம் 36-ல் கண்டபடி வைத்து உஷ்ணப் படுத்து. குழாயிலிருந்து வாயு வெளிவருகிறது. அதை எரியவை. அது பிரகாசத்துடன் எரிவதைப்பார். இம்மாதிரி நிலக்கரி அல்லது வேறு பதார்த்தத்தை வாயுவுடன் சேராமலிருக்கும்படி வைத்து உஷ்ணப்படுத்தி பதார்த்தங்களாகப் பிரிப்பதற்கு காய்ச்சி வடித்தல் (**distillation**) என்று பெயர்.



படம் 36.
நிலக்கரியை காய்ச்சுதல்.

ப-சோ. 11 :—ஒரு ரிடார்ட்டில் (retort) நிலக்கரியை உஷ்ணப்படுத்து. ஒரு கலப்பு வாயு வெளிவருகிறது. இது அசுத்தமானது. இதை ஜலத்தின் வழியாகச் செலுத்தினால், ஜலமுள்ள பாத்திரத்தினடியில் அநேகமாய் தார் தங்குகிறது. இந்த தார் அநேக வேலைகளுக்கு உபயோகமாகிறது. கலப்பு வாயுவிலுள்ள மற்றொரு பதார்த்தம் அமோனியா. இது ஜலத்தில் கரைந்துவிடுகிறது. தார், அமோனியா இவை இரண்டும் நீக்கப்பட்ட பிறகு ஜலத்தின் வழியாக வெளிவரும் ஏறக்குறைய சுத்தமான வாயுவிற்கு நிலக்கரி வாயு என்று பெயர். இது உஷ்ணம், வெளிச்சம் இவைகளை கொடுப்பதற்கு உபயோகமாகிறது. ஜலத்தில் அமோனியா கரைந்து அமோனியா ஜலம் உண்டாகிறது. ரிடார்ட்டில் தங்கி நிற்பது சுட்ட நிலக்கரி (coke).

அமோனியாவை தயாரித்தல்.

நிலக்கரி வாயுவை சுத்தம் செய்யும்பொழுது அமோனியா ஜலம் உண்டாவதை முன்பு அறிந்துகொண்டோம். இந்த திரவத்தை உஷ்ணப்படுத்தினால் காரமுள்ள ஒருவித வாயு வெளிவருகிறது. அமோனியா வாயு, நவாச்சாரம் (sal ammoniac), தாளித்த சுண்ணும்பு (slaked lime) கலப்பின் சிறிதளவை ஒரு சோதனைக் குழாயில்போட்டு உஷ்ணப்படுத்தும்பொழுதும் இந்த வாயு உண்டாகிறது. இந்த வாயுவை உறுதியான உலோகக் குழாய்களில் அடைத்து திரவமாக மாற்றலாம். திரவ ரூபமாக்கப்பட்ட இந்த அமோனியாவை பனிக்கட்டி

செய்வதிலும், அதிக குளிர்ச்சியை உண்டாக்கும் பெட்டிகளிலும் (refrigerators) உபயோகிக்கிறார்கள்.

ஆவியாதலினால் குளிர்ச்சியடைதல் (Cooling caused by Evaporation).

ப-சோ. 12 (a) :—உஷ்ணமானியின் பருத்த பாகத்தை சாராயத்தில் வைத்து எடுத்து உஷ்ணமானியில் பாதரசம் இறங்குவதை கவனி. பருத்த பாகத்தின் மேலிருக்கும் சாராயம் ஆவியாகிறது. ஆவியாவதற்கு வேண்டிய உஷ்ணம் கண்ணாடியிலிருந்தும், பாதரசத்திலிருந்தும் எடுத்துக் கொள்ளப் படுவதனால் பாதரசம் குளிர்ந்து குறுகுகிறது.

ப-சோ 12 (b) :—ஒரு துளி சாராயம். ஈதர் இவைகளை தனித்தனியாக கையின் பின்புறத்தில் வைத்தால் அந்த இடம் குளிர்ச்சியாவதை உணருகிறோம். சாராயம், ஈதர் ஆவியாவதற்குவேண்டிய உஷ்ணத்தை அவை வைத்திருந்த கையின் பாகத்திலிருந்து எடுத்துக்கொள்வதால் குளிர்ச்சி உண்டாகிறது. சாராயம், ஈதர் இவைகளின் கொதி நிலைகள் முறையே 80°C., 40°C. ஆகையால் ஈதர் அதிக குளிர்ச்சியை உண்டாக்குகிறது.

ப-சோ. 12 (c) :—திறந்த பாத்திரத்திலுள்ள ஜலத்தின் உஷ்ணநிலை மூடிய பாத்திரத்திலுள்ள ஜலத்தின் உஷ்ண நிலையைவிட குறைந்திருப்பதை கவனி. மூடியுள்ள பாத்திரத்தினின்று ஜலம் ஆவியாவதற்கு வழியில்லாததால் இதிலிருக்கும் ஜலத்தின் உஷ்ணநிலை, திறந்திருக்கும் பாத்திரத்திலுள்ள ஜலத்தின் உஷ்ண நிலையைவிட கொஞ்சம் அதிகமாயிருக்கும்.

ப-சோ. 12 (d) :—மண்பாத்திரத்திலுள்ள ஜலம் உலோகத்தால்செய்யப்பட்டபாத்திரத்திலுள்ள ஜலத்தைவிட குளிர்ந்திருப்பதை கவனி. மண்பாத்திரத்தில் ஜலம் கசிவதால் பாத்திரத்தின் விசாலமான வெளிப்பரப்பு முழுவதிலிருந்தும்

ஜலம் ஆவியாக மாறும்பொழுது அதிக உஷ்ணத்தை ஜலத்தி லிருந்து எடுத்துக்கொள்வதால் ஜலம் குளிர்ச்சியடைகிறது. உலோகத்தால் செய்த பாத்திரத்தில் ஜலம் இப்படி ஆவியாகாத தனுல் அதன் உஷ்ண நிலேயும் குறைகிறதில்லே.

ஆவியாதலினுல் குளிரடைவதன் உபயோகங்கள்.

1. சோடாபுட்டிகளே குளிரச்செய்ய ஈரத்துணியால் மூடுகிறும். நனேந்த துணியிலிருந்து ஜலம் சீக்கிரமாக ஆவி யாவதால் சோடாபுட்டிகள் குளிர்ச்சியடைகின்றன.

2. நாம் விசிறிக்கொள்ளும்பொழுது குளிர்ச்சியை உணருகிறும். நம் தேகத்திலுள்ள வியர்வை ஆவியாகும் பொழுது தேகத்திலுள்ள உஷ்ணத்தை எடுத்துக்கொள்வதால் குளிர்ச்சி உண்டாகிறது.

3. கோடை காலத்தில் ஜலத்தை தரையிலும், தட்டி களிலும், திரைகளிலும் தெளித்து ஓரிடத்தைக் குளிரச்செய் கிறும். ஜலம் ஆவியாகும்பொழுது நிலம், வாயு இவைகளின் உஷ்ணத்தை எடுத்துக்கொள்வதால் அவைகள் குளிர்ச்சி யடைந்து அவைகளுள்ள இடத்தையும் குளிரச் செய்கின் றன.

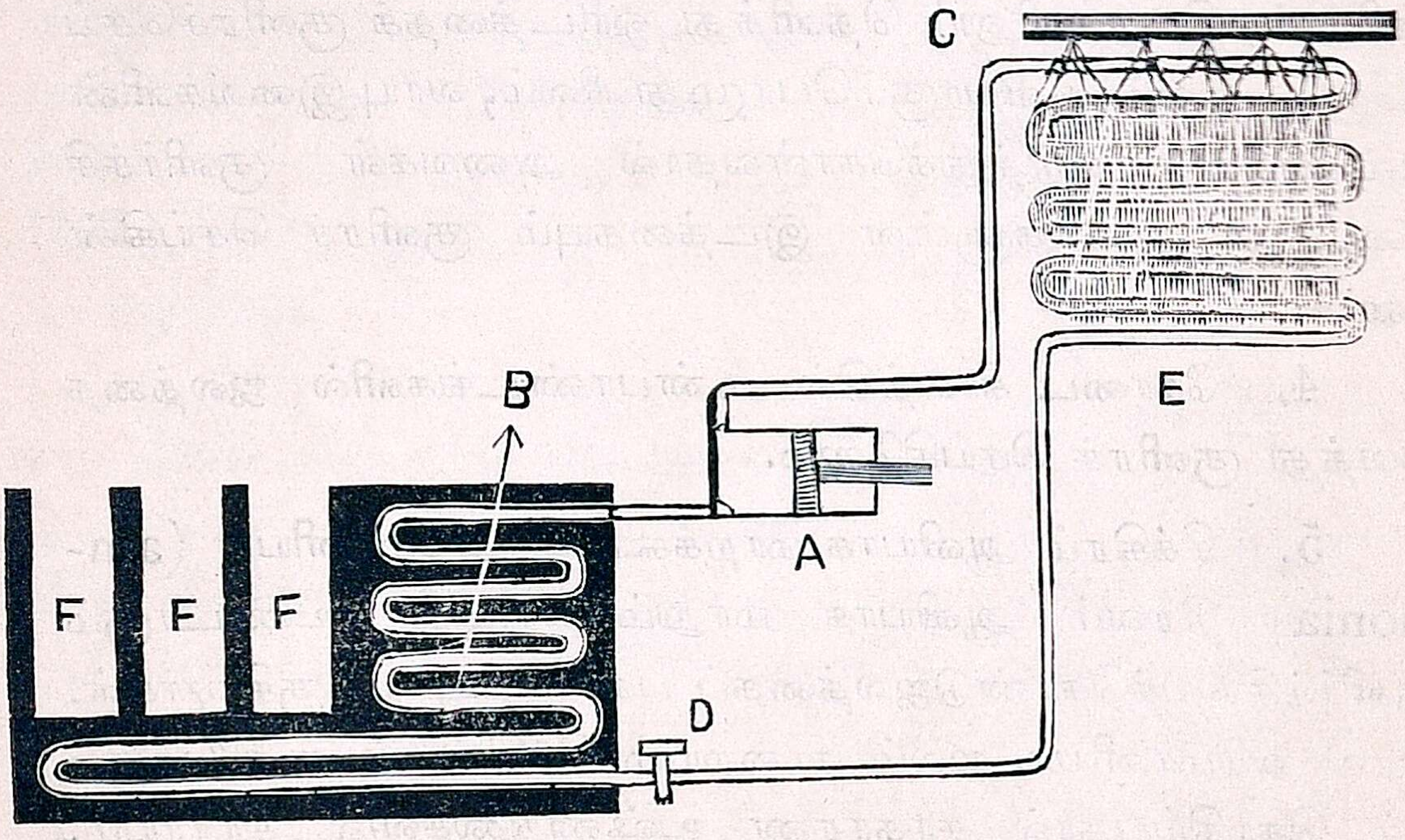
4. கோடை காலத்தில் மண்பாண்டங்களில் ஜலத்தை வைத்து குளிரச் செய்கிறும்.

5. சீக்கிரம் ஆவியாக மாறக்கூடிய அமோனியா (ammonia) திரவம் ஆவியாக மாறும்பொழுது உண்டாகும் குளிர்ச்சியைக்கொண்டுஜலத்தைப் பனிக்கட்டியாக்குகிருர்கள். திரவ அமோனியா, ஜலம் உறையும் $0^{\circ}C$. உஷ்ண நிலேக்கும் கீழ் கொதிப்பதால் சாதாரண உஷ்ணநிலேகளில் சாராயம், ஈதர் இவைகளே விட அதிசீக்கிரமாக ஆவியாகி அதிக குளிர்ச்சியை உண்டாக்குகிறது. இவ்வாறு ஆவியாகிக்

குளிர்ச்சி உண்டாவதை பனிக்கட்டி செய்வதில் உபயோகப் படுத்துகிருர்கள். ஆவியாகும் அமோனியா திரவமாகக்கூடிய தால் ஒரு அளவு திரவ அமோனியாவை பலமுறை பனிக் கட்டி செய்வதற்கு உபயோகிக்கலாம்.

பனிக்கட்டி செய்தல்.

பனிக்கட்டி செய்யும் யந்திரத்தின் பாகங்கள் படம் 37ல் குறிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. A என்னும் ஆவியைச் சுருங்கச் செய்யும் பம்பு B குழாயிலுள்ள அமோனியா வாயுவை இழுத்து, E என்னும் வளைந்த குழாயிக்கு அதிக அழுத்தும் சக்தியுடன் அனுப்புகிறது. அதிக அழுத்தும் சக்தியால் அமோனியா வாயு E என்னும் வளைந்த குழாயில் திரவ மாக்கப் படுவதுடன் C குழாயிலிருந்து வரும் குளிர்ந்த ஜலத்தாலும் குளிர்ச்சியை அடைகிறது. இந்த திரவ



படம் 37. பனிக்கட்டி செய்யப்படும் யந்திரத்தின் பாகங்கள்.

அமோனியா E குழாயிலிருந்து D என்னும் கபாடத்தின் வழியாய், A என்னும் பம்பினுல் அழுத்தும் சக்தி குறைக்கப்

பட்ட B குழாயினுள் செல்லுகிறது. இங்கு திரவ அமோனியா விரைவாக ஆவியாகி, குழாயைச் சுற்றியுள்ள உப்பு ஜலத்திலுள்ள உஷ்ணத்தை உபயோகிக்கிறது. இப்படிச் செய்வதால் உப்பு ஜலம், ஜலம் உறையும் உஷ்ணநிலைக்குக் கீழ் கொண்டுவரப்படுகிறது. இவ்வாறு குளிர்ச்சியடைந்த உப்பு ஜலம் அதிலிருக்கும் F என்னும் அறைகளிலுள்ள ஜலத்தை குளிரச்செய்து பனிக்கட்டியாக மாற்றுகிறது. பிறகு அமோனியா வாயு A என்னும் பம்பினால் உறிஞ்சப்பட்டு E என்னும் குழாய்க்கு மறுபடியும் செலுத்தப்படுகிறது. இப்மாதிரி ஒரு அளவு அமோனியாவை பல தடவை விரிந்து சுருங்கச்செய்து பனிக்கட்டி செய்வதற்கு உபயோகிக்கிறார்கள்.

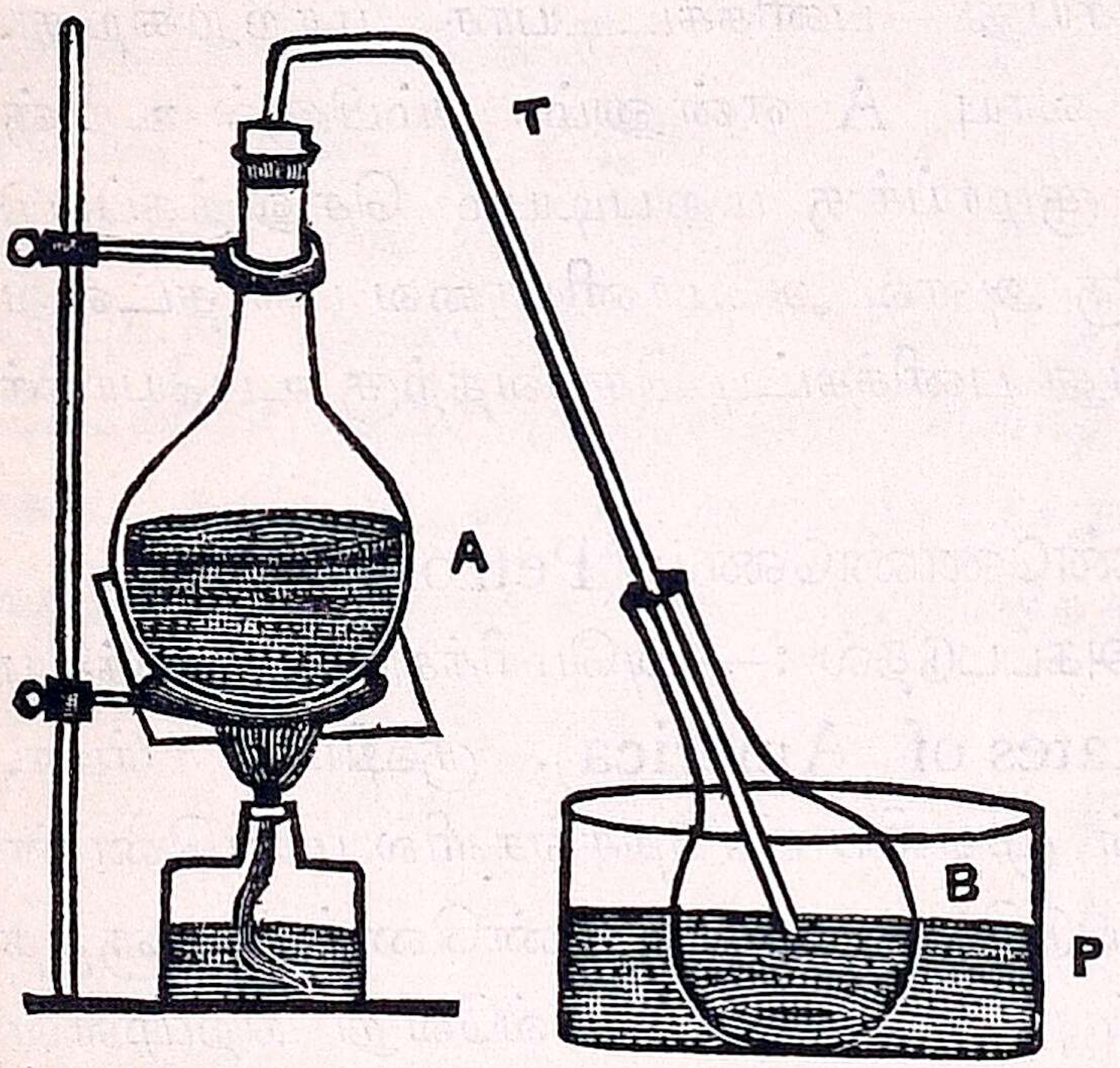
4. அசுத்த மண்ணெண்ணெய் (Petroleum).

இயற்கையில் அகப்படுதல் :—அமெரிக்காவின் ஐக்கிய நாடுகள் (United States of America), ருஷியா, பர்மா, மெக்ஸிகோ, ஜப்பான் முதலிய பிரதேசங்களில் மண்ணெண்ணெய் பூமியில் அகப்படுகிறது. இந்த எண்ணெய் வெளுத்த மஞ்சள் முதல், கறுப்பு நிறம் வரை வெவ்வேறு நிறமுள்ள கனிஜப்பொருள். பூமியில் ஆழமான துவாரத்தைச் செய்தால், பூமிக்குள் அடைக்கப்பட்டிருக்கும் வாயுவின் அழுத்தும் சக்தியால், எண்ணெய் வேகத்துடன் துவாரத்தின் வழியாய் வெளிவருகிறது. எண்ணெய் கொஞ்ச காலம் தானாக வெளியில் வந்துகொண்டிருந்து நின்ற பிறகு பம்புகளைக் கொண்டு அதை மேலே இறைத்து எடுக்கிறார்கள். சில விடங்களில் இயற்கையிலேயே உண்டாயிருக்கும் துவாரங்களின் வழியாய் எண்ணெய் தானாகவே விசையுடன் வெளிவருகிறது. எண்ணெயின் ஒரு பாகம் ஆவியாவதால் இந்த எண்ணெய்க் கிணர்களிருக்கும் பிரதேசங்களின் சுற்றுப் பக்கத்தில் சில மைல்கள் வரை அதன் வாடை வீசுகிறது. இந்த வாயு

வை இயற்கைவாயு (Natural gas) என்று சொல்லுகிருர்கள்.

படிப்படியாய் காய்ச்சிவடித்தல் (Fractional Distillation).

ப - சோ. 13.—ஜலத்துடன் கலந்த சாராயத்தை ஒரு கண்ணுடிக் குப்பி (A)யில் ஊற்றி படம் 38ல் காட்டியபடி T என்னும் வளைந்த குழாய் சொருகிய ரப்பர் அடைப்பானுல் குப்பியின் வாயை மூடு. குப்பியை, பற்றிரும்பில் பிகித்து அதை சாராய விளக்கிஞல் காய்ச்சு. வளைந்த குழாயின் வெளி நுனியை மற்ருெரு குப்பியினுள் (B) நுழைத்து அதை தொட்டியிலு (P) ள்ள ஜலத்திலிருக்கும்படிச் செய். A குப்பியிலுள்ள திரவம் 78°C. உஷ்ண நிலையில் கொதிக்க ஆரம்பிக்கிறது. B என்னும் குப்பியில் கொஞ்சம் திரவம் சேர்ந்தவுடன், அதிலுள்ள திரவத்தின் சில துளிகளை சிறிய குவிந்த கண்ணுடியில் வைத்து சில நிமிஷங்களில் திரவம் முழுதும் ஆவியாகப் போய்விடுவதைப் பார். முதலில் எடுத்துக்கொண்ட சாராய ஜலக்கலப்பை இவ்வாறு பரிசோதிக்குங்கால் அது அவ்வளவு சீக்கிரமாக ஆவியாவதில்லை. ஆகையால் B குப்பியில் சேர்ந்துள்ள திரவம் எளிதில் ஆவியாகக் கூடிய சாராயம் என்று ஊகிக்கலாம்.



படம் 38.
படிப்படியாய் திராவகம் இறக்குதல்.

A என்னும் குப்பியிலுள்ள திரவத்தை மேலும் காய்ச்சுவதால் அதன் கொதி நிலை கொஞ்சங் கொஞ்சமாக உயர்ந்து, சுமார் 100°C. நிலைக்கு வருகிறது. இந்தக் கொதி நிலையில் B குப்பிக்குப் பதிலாக வேறொரு குப்பியை வைத்து அதில் சேரும் திரவத்தை முன்போலவே பரிசோதி. இது சாராயம் போல் அவ்வளவு விரைவில் ஆவியாவதில்லை. ஆகையால் இந்தத் திரவம் ஜலம் என்று ஊகிக்கிறோம்.

இம்மாதிரி வெவ்வேறு கொதி நிலைகளுள்ள திரவங்களின் கலப்பை காய்ச்சி வடிப்பதால் அத்திரவங்களை வெவ்வேறாகப் பிரிக்கலாம். இவ்வாறு பிரிப்பதற்கு படிப்படியாய் காய்ச்சி வடித்தல் **(fractional distillation)** என்று பெயர்.

அசுத்த மண்ணெண்ணெயை காய்ச்சிவடித்தல்

அசுத்த மண்ணெண்ணெயை மேற் கூறியவாறு காய்ச்சி வடித்து, வெவ்வேறு உஷ்ண நிலைகளில் கீழ்க்கண்ட அட்டவணையில் காட்டியுள்ள வஸ்துக்களை பிரிக்கிறார்கள்.

நெ.	கொதி நிலை	பிரிக்கப்படும் வஸ்து.
1	40°—70°C.	பெட்ரோலியம் ஈதர்.
2	70°—80°C.	இலேசான பெட்ரோல்.
3	80°—120°C.	பளுவுள்ள பெட்ரோல்.
4	120°—150°C.	நாப்தா (naphtha).
5	150°—300°C.	கிரோசின் எண்ணெய்.
6		குப்பியில் தங்கியிருக்கும் தார் போன்ற குழம்பு.

உபயோகங்கள்

அசுத்த மண்ணெண்ணெயிலிருந்து உண்டாகும் மேற் சொன்ன வஸ்துக்களை சுத்தம் செய்து அவைகளின் நிறம், வாசனை முதலியவைகளை நீக்கி பிறகு அவைகளை பலவித மான காரியங்களுக்கு உபயோகிக்கிறார்கள்.

ரணசிகிச்சையில் வலி உணராமலிருப்பதற்கு வைத்தி யர்கள் ஈதரை உபயோகிக்கிறார்கள். இது சீக்கிரமாக ஆவி யாவது மன்றி குங்கிலியத்தையும், சுலபமாய் ஆவியாகாத குழம்பான எண்ணெய்களையும் கரைக்கிறது. பெட்ரோல் எண்ணெய் மோட்டார் வண்டிகளுக்கும், சில விளக்குகளுக் கும், சாயங்களுக்கும் உபயோகமாகிறது. நாப்தா (**naphtha**) சாயங்களுக்கும், மெருகெண்ணெய்களுக்கும் கற்பூரத் திராவகத்திற்குப் பதிலாகவும், யந்திரங்களில் ஒட்டிக்கொண் டிருக்கும் குழம்பான எண்ணெயை நீக்கவும் உபயோக மாகிறது.

மேற்கூறிய திரவங்கள் வாயுவில் சுலபமாய் ஆவியாகக் கூடியவை. கிரோசின் எண்ணெய் சாதாரண விளக்கு, ஸ்டௌ அடுப்பு (**stove**) முதலியவைகளில் உபயோகமா கிறது. குப்பியில் தங்கியிருக்கும் குழம்பிலிருந்து யந்திரங் களின் பாகங்களை வழவழப்பாக்கும் எண்ணெய் (**lubricating oil**), வாசிலைன், பாரபின் மெழுகு, பாரபின் எண்ணெய் இவைகளை பிரிக்கிறார்கள். இதற்குப் பிறகு சிறிதளவு சுட்ட கரி மிஞ்சி நிற்கிறது.

5. சோப்பு, காகிதம் செய்தல்.

A. சோப்பு.

உபயோகம் :—துணிகளை சுத்தம் செய்வதற்கும், தேகத் தை சுத்தமாய் வைத்துக்கொள்ளுவதற்கும் நாம் சோப்புகளை

உபயோகிக்கிறேம். எண்ணெய், கொழுப்பு இவைகளுடன் சோப்பு சுலபமாய்சேரக்கூடியதால், சோப்பிற்கு சுத்தம் செய்யும் சக்தி உண்டு. நம் துணிகளிலும், தேகத்திலும் அழுக்கு சேர்வதற்கு எண்ணெய் அல்லது கொழுப்புப் பசை காரணம். இந்தப் பசையுடன் சோப்பு சேர்வதால், பசையும் அத்துடன் சேர்ந்துள்ள அழுக்கும் ஜலத்தினுல் சுலபமாய் நீக்கப்படுகிறது.

சோப்பு செய்தல் :—ப. சோ. 14:—ஒரு பீங்கான் கிண்ணத்தில் தேங்காய் எண்ணெயுடன் காஸ்டிக் சோடா (**caustic** soda) அல்லது காஸ்டிக் போடாஷ் (**caustic potash**) கரை நீரைச்சேர்த்து கொஞ்ச நேரம் கொதிக்க விடு. இதில் க்ளிசரீனு (**glycerine**)ம், சோப்பும் உண்டாகின்றன. ஆனல் சோப்பு ஜலத்தில் கரைந்திருக்கிறது. இத்துடன் கொஞ்சம் சாதாரண உப்பைச் சேர்த்தால் உப்பு ஜலத்தில் கரைந்து, உப்பு ஜலத்தில் கரையாத சோப்பு வெளித்தள்ளப்பட்டு ஜலத்தில் மிதக்கும்.

மிதக்கும் சோப்பை சேர்த்து வடிதாள் மடிப்பில் வைத்து அழுத்துவதால், அதிலுள்ள ஜலம் நீக்கப்பட்டு வெண்மையான சோப்பு தங்குகிறது. இது தான் சோப்பு செய்யும் விதம்.

வியாபாரத்திற்காக ஏராளமாய் சோப்பு செய்வதற்கு மலிவான பிராணிக் கொழுப்பையும், தாவர எண்ணெய்களேயும் உபயோகிக்கிருர்கள். தேகத்தை சுத்தம்செய்வதற்கு உபயோகப்படும் சோப்புகள் பல வர்ணமும், வாசனேயும் உள்ளன. சாதாரண சோப்பை செய்யும்பொழுது அத்துடன் தகுந்த வாசனேத் திரவியங்களேயும், சாயங்களேயும் சேர்த்து தேகத்தை சுத்தம்செய்ய உபயோகமாகும் சோப்புகளே செய்கிருர்கள். காஸ்டிக்சோடாவை உபயோகித்து செய்யப்பட்ட சோப்பிற்கு கடின சோப்பு என்றும், காஸ்டிக் போடாஷை உபயோகித்து

செய்யப்பட்ட சோப்பிற்கு மிருதுவான சோப்பு என்றும் பெயர்.

கால்சியம், மெக்னீஷிய உப்புகள் கரைந்திராத ஜலத்திற்கு மிருதுவான ஜலம் என்றும், இந்த உப்புகள் கரைந்துள்ள ஜலத்திற்கு கடின ஜலம் என்றும் பெயர். மிருதுவான ஜலத்தில் சோப்பு சீக்கிரம் நுரையை உண்டாக்குகிறது. கடின ஜலத்துடன் சோப்பை உபயோகித்தால் நுரை உண்டாவதற்குமுன் அதிக சோப்பு வீணுகிறது. இப்படி வீணுக்கப்படும் சோப்பு ஜலத்தில் கரைந்துள்ள மேற்சொன்ன உப்புகளை வெளிப்படுத்தி ஜலத்தை மிருதுவாக்குகிறது.

B. காகிதம்.

பதினைந்தாவது நூற்ருண்டில் அச்சுயந்திரம் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட பிறகு காகிதம் அதிகமாக உபயோகத்திலிருந்து வருகிறது. தற்காலத்தில் உலகமெங்கும் காகிதம் ஏராளமாய் செலவாகிறது. ஆதியில் காகிதம் கந்தைத் துணிகளிலிருந்தும், வைக்கோலிலிருந்தும் செய்யப்பட்டது. காகிதத்தின் தேவை அதிகரித்ததால், காகிதம் செய்வதற்கு தேவதாரு (pine) வையும், மற்ற காட்டு மரங்களையும் அதிகமாய் உபயோகித்து வந்தார்கள். மரத்தின் கெட்டியான பாகங்களில் செலுலூஸ் (cellulose) என்னும் நிணச் சவ்வு பதார்த்தமிருக்கிறது. மரத்துண்டை சிறு துண்டுகளாக்கி, யந்திரத்தில் ஜலத்துடன் அரைத்து கூழாக்குகிருர்கள். இந்தக் கூழுடன் சில ரசாயன பதார்த்தங்களை சேர்ப்பதால், அதிலுள்ள வேண்டியிராத லிக்னின் (lignin) என்னும் மர பதார்த்தம் ஜலத்தில் கரைந்து பிரிக்கப்படுகிறது. மிஞ்சியிருக்கும் கூழுடன் பொடி செய்யப்பட்ட ஜிப்சம் (gypsum) அல்லது சுத்தமான களிமண்ணை சேர்த்து அதை உரமாக்குகிருர்கள். அநேகமாய் காகிதங்கள் மையைக்கொண்டு எழுதப்படுவதால், அவை படிகாரத்துடன்

சேர்க்கப்பட்டு பசையிடப்படுகிறது (sized). இதனுல் காகிதம் மழுமழுப்பாகி, எழுதும் மை ஊறுவதில்லை. இவ்வாறு செய்யப்பட்ட கூழ் தாள்களாக அழுத்தப்பட்டு இத்தாள்கள் உலர்த்தப்படுகின்றன. உயர்தரக் காகிதம் பருத்தி அல்லது சணலிலிருந்தும், மத்தியதரக்காகிதம் மரத்திலிருந்தும், மட்டமான காகிதம் வைக்கோலிலிருந்தும் செய்யப்படுகின்றன. உபயோகமில்லாத கிழிந்த காகிதங்கள், கம்பளி அல்லது மற்ற கந்தல்கள் முதலியவைகளை காகிதம் செய்வதற்கு உபயோகிக்கிருர்கள்.

6. மணலும் கண்ணுடி செய்தலும்.

இயற்கையில் ஏராளமாய் வளையல் உப்பு (carbonate of soda) அகப்படும் எகிப்து தேசத்தில் கண்ணுடி ஆதி காலத்தில் செய்ததாக தெரிகிறது. ரோம் தேசத்தவர்கள் வீடுகளில் கண்ணுடிச் சாமான்களை அதிகமாக உபயோகித்து வந்ததாக சொல்லப்படுகிறது. ரோம் தேசத்தவர்கள் இங்கிலாந்தை கைப்பற்றியபொழுதே அங்கு கண்ணுடிச் சாமான்கள் செய்யப்பட்டன. தற்காலத்தில் ஜெர்மனி, ஜப்பான், ஆஸ்திரியா தேசங்களில் சிறந்த முறைகளில் நேர்த்தியான கண்ணுடிச் சாமான்கள் செய்யப்படுகின்றன. நமது தேசத்திலும் சில இடங்களில் கண்ணுடிச் சாமான்களை செய்கிருர்கள்.

பாலைவனங்களிலும், ஆறுகளிலும், சமுத்திரக்கரையிலும் மணல் ஏராளமாய் கிடைக்கிறது. காற்று, மழை, வெயில், ஓடும் ஜலம் இவைகளால் பாறைகள் பொடியாக்கப்படுவதால் மணல் உண்டாகிறது. மணல் துளிகள் வேறு வஸ்துவால் சேர்க்கப்பட்டு, மணற்கற்கள் அல்லது கூழாங்கற்கள் (sandstone) ஆகின்றன. அநேக விடங்களில் கூழாங்கல் அடுக்குகளாக இருக்கிறது. சிலிகான் என்னும் மூலப்பொருள் பிராணவாயுவுடன் சேர்ந்து சிலிகா என்னும் சுத்தமணல் ஆகிறது.

பூமியின் திட பாகத்தில் நான்கில் ஒருபாகம் சிலிகான் சேர்க்கைப்பொருளுள்ளது. அப்ரகமு (**mica**)ம், கல் நாரும் சிலிகாவின் சேர்க்கைப் பொருள்கள்.

சாதாரணக் கண்ணுடி, சுண்ணும்பு, சோடா இவைகளின் சிலிகேட்டுகள். சுண்ணும்புக்கல், வளையல் உப்பு (sodium carbonate), சுத்தமான மணல் இவைகளை ஒன்று சேர்த்து உருக்குவதால் கண்ணுடி உண்டாகிறது. இந்தப் பதார்த்தங்கள் உயர்ந்த உஷ்ணநிலையில் மட்டும் உருகக்கூடியதால், இவைகளை மண்பாண்டங்களில் இதற்கென்று ஏற்பட்ட காளவாயில் உருக்குகிறுர்கள். உருகின கண்ணுடி வேண்டிய உஷ்ணநிலைக்குக்கொண்டு வந்து, அச்சுகளில் ஊற்றுகிறுர்கள். சோடா உப்பிற்கு (sodium carbonate)ப் பதிலாக பொடாஸ் உப்பை (potassium carbonate) உபயோகிக்கலாம். ஈயம் அல்லது இரும்பு சேர்க்கைப் பொருள்களை கண்ணுடிசெய்யும்பொழுது சேர்த்து வெவ்வேறு விதமான கண்ணுடிகளைச் செய்யலாம். கண்ணுடி செய்ய உபயோகிக்கும் பொருளுக்குத் தக்கவாறு அது நான்கு வகைப்படும்.

1. போஹிமியா கண்ணுடி :—இது பொடாசியம் கால்சியம் சிலிகேட் உள்ளது. இது சுலபமாக உருகாததும், ரசாயன பதார்த்தங்களால் பாதிக்கப்படாததுமானது. அதிக உஷ்ணத்தை தாங்கக்கூடிய குப்பிகளும், குழாய்களும் இந்தக் கண்ணுடியால் செய்யப்படுகின்றன. இதற்கு கடினக் கண்ணுடி (hard glass) என்றும் பெயர்.

2. பலகைக்கண்ணுடி (Plate glass) :—இது சோடியம் கால்சியம் சிலிகேட் உள்ளது. இது சுலபமாய் உருகக்கூடிய கடினமில்லாத கண்ணுடி (soft glass). உபயோகப்படுத்தப்படும் சுண்ணும்புக் கல்லிலுள்ள இரும்பு சேர்க்கைப் பொருளினுல் இந்த கண்ணுடிக்கு ஒருவித பச்சைவர்ணம்

உண்டாகிறது. கண்ணுடிக் குழாய்களும், கண்ணுடிப்பலகைகளும் இதனுல் செய்யப்படுகின்றன. இதற்கு சோடா கண்ணுடி என்றும் பெயர்.

3. பிளிண்ட் (flint) கண்ணுடி :—இது ஈயம் பொடாசியம் சிலிகேட் உள்ளது. இதைச் செய்வதற்கு சக்கிமுக்கி கல் (flint) லிலுள்ள சிலிகா உபயோகமாவதால் இதற்கு பிளிண்ட் கண்ணுடி என்று பெயர். பார்ப்பதற்கு வேண்டிய கருவிகளில் உபயோகப்படுத்தும் லென்சுகள், செதுக்குக் கண்ணுடி (cut-glass) சாமான்கள், போலி வைரங்கள் முதலியன செய்வதற்கு இந்தக்கண்ணுடி உபயோகமாகிறது.

4. புட்டிக்கண்ணுடி (Bottle glass) :—இது சோடியம், பொடாசியம், கால்சியம் சிலிகேட்டுகளுள்ளது. இதைச் செய்வதற்கு உபயோகிக்கும் சாமான்கள் சுத்தமானவையல்ல. சில உலோக ஆக்ஸைடுகளை சேர்த்து உருக்குவதால் இந்தக் கண்ணுடிக்கு பலவர்ணங்களை உண்டாக்கலாம். கண்ணுடி புட்டிகள், பாத்திரங்கள், பலகைகள் முதலியன செய்வதற்கு இந்த கண்ணுடி உபயோகமாகிறது.

கேள்விகள்.

1. வாயு மண்டலம் என்ருல் என்ன ?

2. வாயுவின் (1) சுருங்குந் தன்மை, (2), ஸ்திதி ஸ்தாபகத் தன்மை (elasticity) இவைகளை நிரூபிக்க பரிசோதனைகளை விவரி.

3. வாயுவின் சுருங்குந் தன்மை, ஸ்திதிஸ்தாபகத் தன்மை இவைகளின் உபயோகங்களுக்கு உதாரணங்களைக் கூறு.

4. வாயு வாங்கியை படத்துடன் விவரி.

5. வாயு வாங்கியின் வேலையை விவரி.

6. வாயு வாங்கி வேலை செய்வதற்குள்ள எல்லை என்ன ? அதற்குக் காரணம் என்ன ?

7. (1) சீதோஷ்ண ஸ்திதி (climate), (2) கால நிலைமை (weather) இவைகளை விவரி.

8. பூமியின் பல பாகங்களில் தாவரங்கள் பரவியிருத்தல் எந்தெந்த காரணங்களைப் பொருந்தியிருக்கிறது?

9. பூமியின் மேற் பரப்பு எந்த மூன்று பிரதேசங்களாக பிரிக்கப்பட்டிருக்கிறது?

10. (1) வனாந்தரப் பிரதேசம், (2) புல் பிரதேசம், (3) பாலைவனப் பிரதேசம் இவைகளின் முக்கிய குணங்கள் யாவை.

11. பிராணிகள் சீதோஷ்ண நிலைமைக்குத் தகுந்தவாறு எவ்வாறு சரிப்படுத்திக்கொள்ளுகின்றன?

12. விலங்குகளும், பக்ஷிகளும் எவ்வாறு தங்கள் தேக உஷ்ணத்தை வெளி உஷ்ணத்தைவிட அதிகமாக வைத்துக்கொள்ளுகின்றன?

13. (1) தேசம் விட்டு தேசம் செல்லுதல் (migration), (2) சோர்ந்து தூங்குதல் (hybernation) இவைகளைப்பற்றி குறிப்பு எழுது.

14. நிலக்கரி என்பது என்ன? அது எங்கே அகப்படுகிறது?

15. நிலக்கரியை (1) வாயுவில், (2) வாயு இல்லாமல் எரியவிடும்பொழுது என்ன மாறுதல் ஏற்படுகிறது?

16. நிலக்கரியை காய்ச்சி வடித்தலினால் சேகரிக்கப்படும் வஸ்துக்கள் யாவை?

17. (1) அமோனியா ஜலம், (2) நவாச்சாரம் இவைகளிலிருந்து அமோனியாவை சேகரிப்பது எப்படி?

18. ஆவியாதலால் குளிர்ச்சியாவதற்கு உதாரணங்களைக் கூறு. இப்படி குளிர்ச்சியடைவதை பனிக்கட்டி செய்வதில் எவ்வாறு உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது?

19. பனிக்கட்டி செய்யும் இயந்திரத்தின் படத்தை வரை.

20. அசுத்த மண்ணெண்ணெய் என்பது என்ன? இது எங்கே அகப்படுகிறது?

21. அசுத்த மண்ணெண்ணெயை படிப்படியாய் காய்ச்சி வடிக்கும்பொழுது உண்டாகும் வஸ்துக்களையும் அவை ஒவ்வொன்றின் உபயோகத்தையும் கூறு.

22. படிப்படியாய் காய்ச்சி வடித்தல் என்றால் என்ன?

23. பரிசோதனைச் சாலையில் சோப்பு செய்வதை விவரி.

24. கடின, மிருதுவான சோப்புகளை செய்வதெப்படி?

25. சோப்பின் உபயோகங்கள் யாவை?

26. காகிதம் செய்வதில் உபயோகப்படுத்தப்படும் வஸ்துக்கள் யாவை?

27. (1) மரம், (2) கந்தல் துணி இவைகளிலிருந்து காகிதம் செய்வதை விவரி.

28. கண்ணாடி செய்வதற்கு வேண்டிய வஸ்துக்கள் யாவை? அவை எவ்வாறு உபயோகமாகின்றன?

29. கண்ணாடியின் நான்கு வகைகளையும் ஒவ்வொன்றின் உபயோகங்களையும் கூறு.

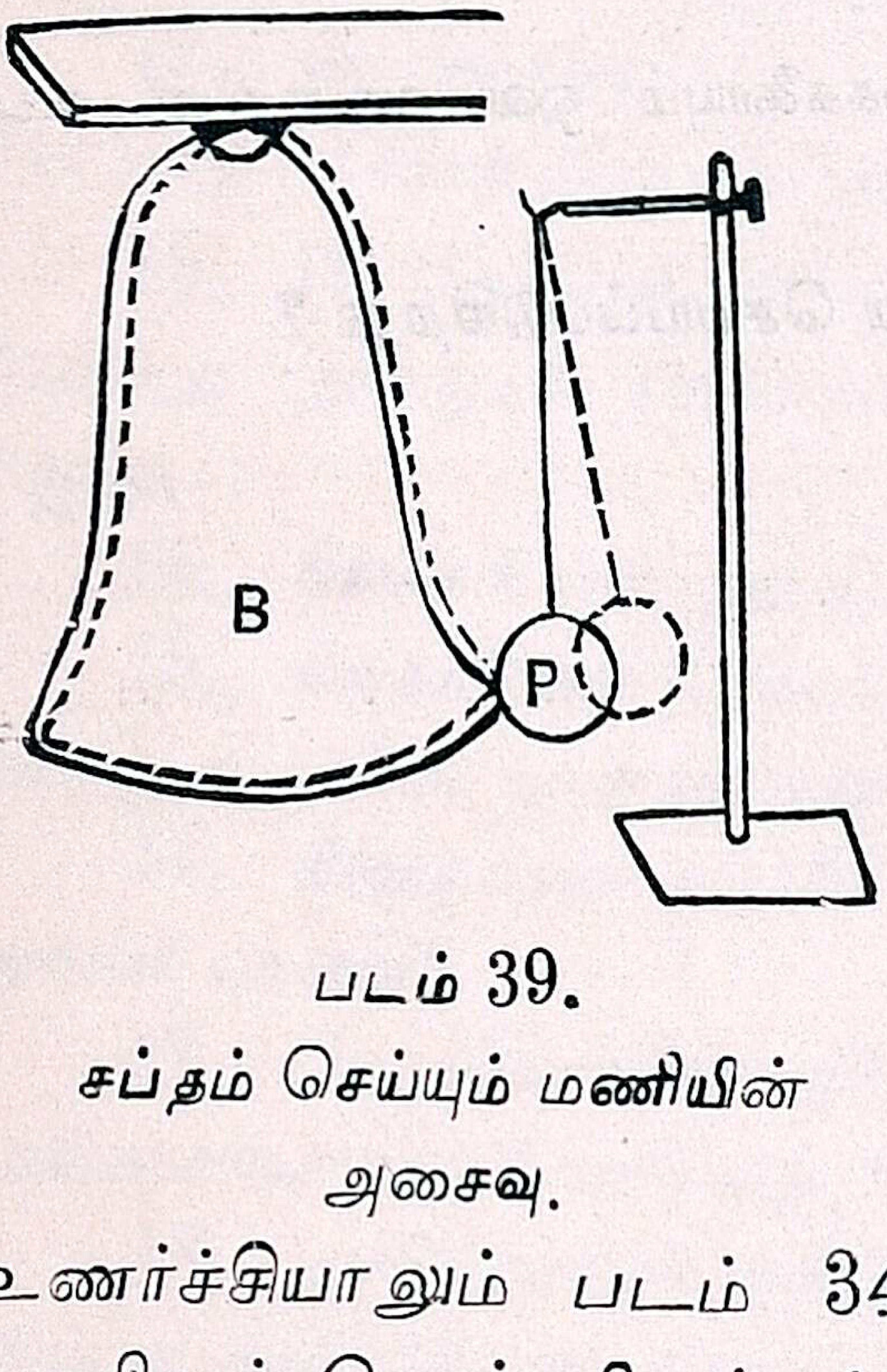
30. வர்ணக் கண்ணாடி எவ்வாறு செய்யப்படுகிறது?

அத்தியாயம் 5.

நம்மைச் சுற்றியுள்ள வஸ்துக்களின் ஆராய்ச்சி (தொடர்ச்சி).

சப்தம் (Sound.)

சப்தம் உண்டாகும் விதம்:—ப-சோ. 15 (a):—ஒரு உலோக மணி அல்லது கிண்ணத்தை ஒரு கட்டையைக் கொண்டு தட்டு. சப்தம் உண்டாகிறது. இரண்டு நுனியிலும் நன்ருக இழுத்து பிகிக்கப்பட்ட கம்பியை மீட்டு. இப்பொழுதும் சப்தம் உண்டாகிறது. சப்தம் உண்டாக்கும் வஸ்துக்கள் வெகு வேகத்துடன் முன்னும் பின்னுமாக அசைவது கண்ணிற்குப் புலப்படுகிறது. சப்திக்கும்பொழுது அவ்வஸ்துவை மெதுவாகத் தொடுவதால் ஏற்படும்

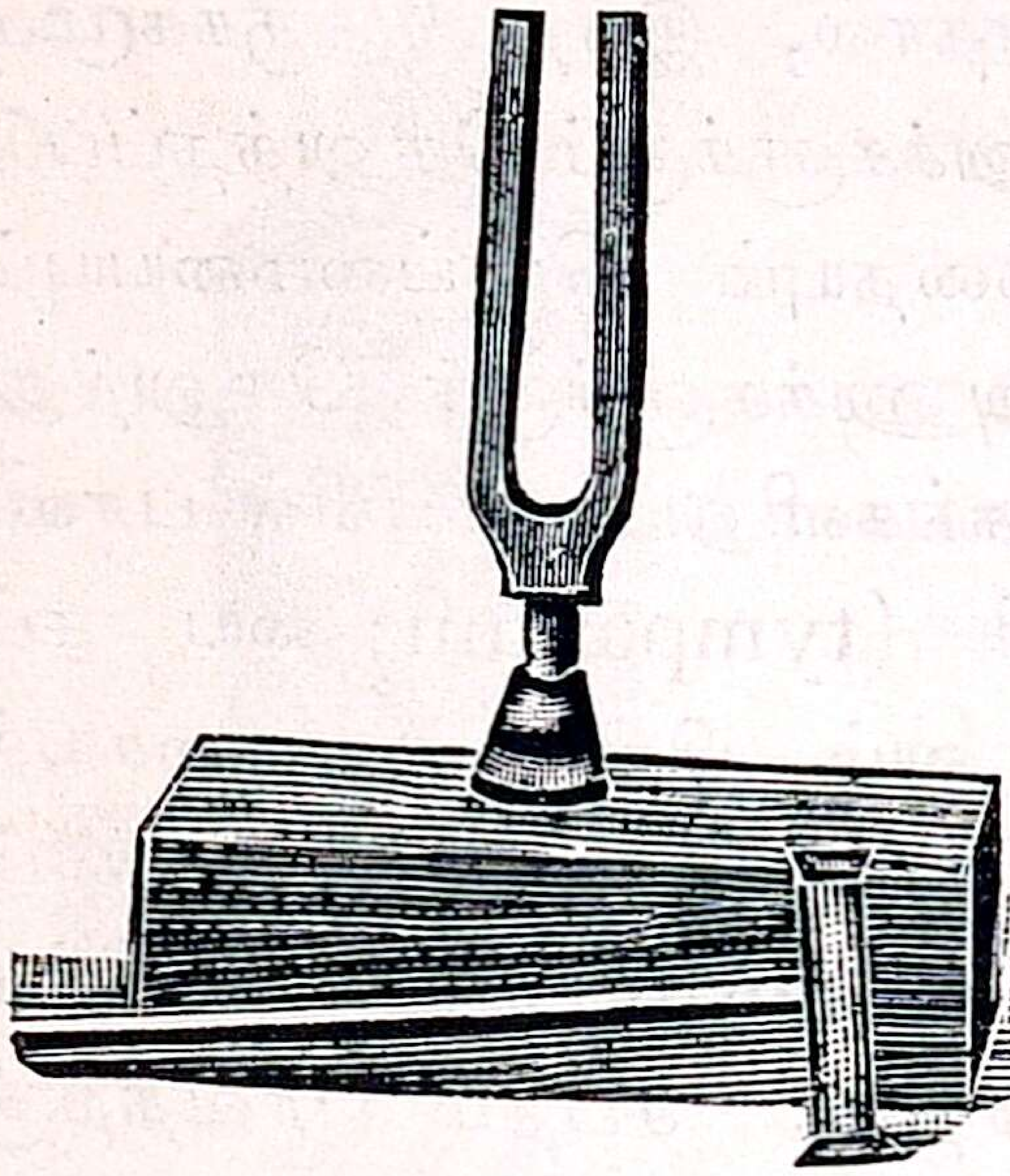


படம் 39.
சப்தம் செய்யும் மணியின் அசைவு.

உணர்ச்சியாலும் படம் 34ல் காட்டியபடி தாங்கலிலிருந்து நூலினுல் தொங்கவிடப்பட்டிருக்கும் நெட்டி கோலி (pith ball) சப்தம் உண்டாக்கும் வஸ்துவைத் தொடும்பொழுது விசையுடன் தள்ளப்படுவதாலும் சப்தம் செய்யும்பொழுது வஸ்துக்கள் அசைகின்றன என்பதைத் தெரிந்துகொள்ளலாம். இதை அடியிற்கண்ட பரிசோதனையாலும் நிரூபிக்கலாம்

ப-சோ. 15 (b):—துவானக கவடு (tuning fork) ஒன்றை ஒரு கட்டையின் நுனியில் சொருகியுள்ள ரப்பர்

அடைப்பானைக்கொண்டு தட்டு. கவடு முன்னும்பின்னுமாக வேகத்துடன் அசைந்து இனிய சப்தமுண்டாவதைக் கவனி. துவானக கவட்டை அதற்கென்று ஏற்பட்ட பெட்டியில் பொருத்தினல் பெட்டியிலுள்ளவாயுவும் அசைந்து பிரதிதொனி (**resonance**) அதிகரித்து சப்தமும் அதிகரிக்கின்றது. நூலில் தொங்கவிடப்பட்ட நெட்டிகோளம் அசையும் கவட்டின் ஒரு நுனியைத் தொடும்படிச் செய்தால், கோலி தாக்கப்பட்டு தூரம் செல்லுவதைக் கவனி. ஒரு பாத்திரத்திலுள்ள ஜலப் பரப்பில் சப்திக்கும் கவட்டின் நுனியை வைத்தால் ஜலத்துளிகள் சிதறப்படுகின்றன. கவட்டின் கிளைகளைக் கையால் கெட்டியாகப் பிடித்துக்கொண்டால் அவை அசைவது நின்று சப்தமும் நின்று விடுகிறது.



படம் 40.
துவானககவடு.

சப்த வியாபகம் (Propagation of Sound) :—சப்தம் ஏற்படுமிடமிருந்து நமது காதிற்கு வருவதற்கு ஒரு சாதனம் அவசியம். இந்த சாதனம் திட, திரவ, வாயு பதார்த்தங்களில் ஏதாவது ஒன்ருகும். சாதாரணமாய் நமது காதிற்கு சப்தம் எட்டுவது வாயுவின் மூலமாய்த்தான். அசைவற்றிருக்கும் நீர்ப் பரப்பில் சிறு கல்லைப் போடுவதால், கல் விழுந்த விடத்திலிருந்து சுற்றிலும் அலைகள் வட்டமாகப் பரவுவதைப் பார்க்கலாம். இம்மாதிரியே ஒலி அலைகள் சப்திக்கும் வஸ்துவிலிருந்து எல்லாப் பக்கங்களிலும் பரவுகின்றன. இந்த ஒலி அலைகளின் வேகம் சப்திக்கும் வஸ்துவிலிருந்து தூரம்

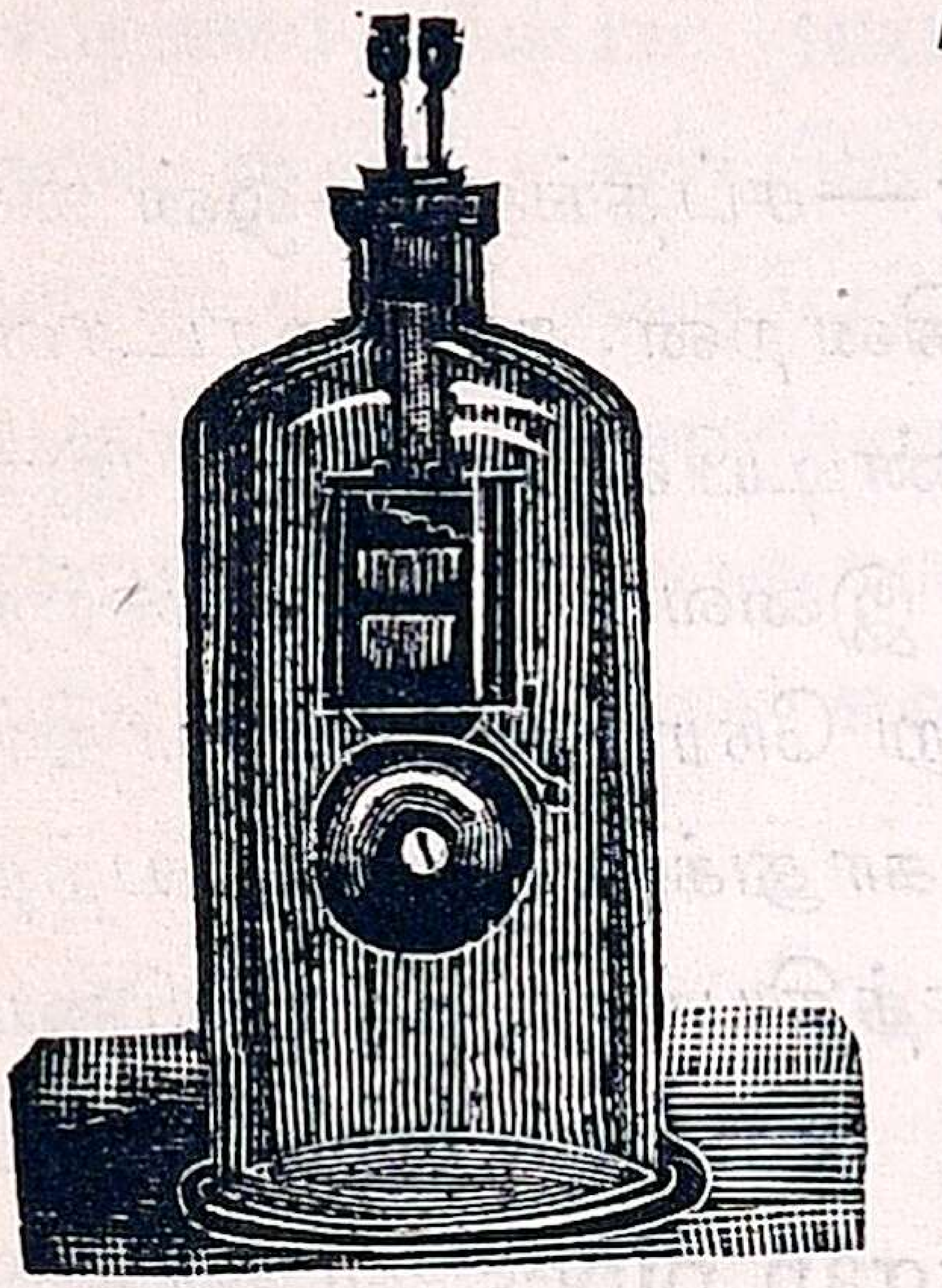
போகப்போக குறைவதால் சப்தம் குறைகிறது. சப்திக்கும் வஸ்து முன்னும் பின்னும் அசையும்பொழுது, அதற்குப் பக்கத்திலுள்ள வாயு அணுக்களும் அசைந்து வாயு மாறிமாறி நெருங்கி பிறகு நொய்மைப்படுவதால், இந்த நெருக்கமும் நொய்மைப்படுவதும் அடுத்த அணுக்களுக்கும் செலுத்தப்படுகின்றன. அவைகளும் நெருக்கத்தையும் நொய்மையையும் இவ்வாறே அடுத்தடுத்திருக்கும் அணுக்களுக்குச் செலுத்துவதால், ஒலி அலைகள் எல்லாப் பக்கங்களிலும் வாயுவில் பரவி, கடைசியாக காதிலுள்ள கர்ணபேரி (tympanum) யை சப்தத்திற்குத் தகுந்தாற்போல் முன்னும் பின்னும் அசையச் செய்வதால், சப்தத்தைக் கேட்கிறோம். இம்மாதிரியே நாம் பேசும்பொழுது குரல் நாண்க(vocal cords) ளால் வாயுவில் ஏற்படும் ஒலி அலைகள் பரவுகின்றன. சப்தம் பரவுதற்கு வாயு மேற்கூறியபடி முக்கியமான சாதனமாயிருக்கிறது. இம்மாதிரியே திட திரவ பதார்த்தங்கள் வழியாகவும் ஒலி பரவும். நீண்ட மேஜையின் ஒரு நுனியில் ஒருவன் காதை வைத்துக்கொண்டால் வேறொருவன் மற்றொரு நுனியில் மெதுவாக சுரண்டுவதைத் தெளிவாகக் கேட்கலாம்.

தூரத்திலிருந்து புகைவண்டி வருவதையும், பாரமேற்றிய வண்டி பாதையில் தூரத்தில் வருவதையும் காதை முறையே தண்டவாளத்தின்மேல் அல்லது பாதையின்மேல் வைத்துக் கேட்கும் சப்தத்தால் தெரிந்துகொள்ளலாம். இரண்டு உலோகத் துண்டுகளை ஜலத்தினில் ஒன்றோடொன்று சப்தம் செய்யும்படி தாக்குவதால் ஏற்படும் சப்தம் ஜலத்திற்கு வெளியிலிருப்பவர்களுக்குக் கேட்கிறது.

சப்தம் பரவுதற்கு சாதனமாக பதார்த்தம் அவசியமென்பதை அடியிற் கண்ட பரிசோதனை நிரூபிக்கின்றது.

ப-சோ. 16 :—வாயுவாங்கியின் தட்டிலுள்ள கண்ணாடி

மணிஜாடியின் வாயை ஒரு ரப்பர் அடைப்பானுல் மூடி அடைப்பான் வழியாய்ச் செல்லும் கம்பிகளில் மின்சார மணியை படம் 41ல் காட்டியபடி பிகித்துத் தொங்கவிடு. கம்பிகளை பாட்டெரியுடன் சேர்த்து இடையராத மண்டல (closed circuit) மாக்கு. மணி சப்தம் தெளிவாகக் கேட்கும். மணி ஜாடியிலுள்ள வாயுவை கொஞ்சங் கொஞ்சமாக வெளிப்படுத்து. இப்பொழுது சப்தம் குறைந்துகொண்டே வந்து, மணி ஜாடியில் வெகுவாய் சூன்யமேற்படும்பொழுது மணியடித்துக் கொண்டிருந்தபோதிலும் சப்தம் வெளிக்கேட்பதில்லை. வாயுவை உள்ளே விட்டால் சப்தத்தை மறுபடியும் கேட்கிறோம்.



படம் 41.
ஒலி பரவுதற்கு சாதனம் வேண்டுமென்று நிரூபித்தல்.

ஒலி பரவுதலின் காலம்:—இடியும் மின்னலும் ஒரே சமயத்தில் ஏற்பட்டபோதிலும் ஒளி அதிவேகமாய்ச் செல்லுவதால் மின்னலைப் பார்த்து சற்று நேரம் கழித்தே இடி முழக்கத்தையும், கல்லுடைப்போனுடைய சுத்தி கல்லின்மேல் படுவதைப் பார்த்து சற்றுநேரம் கழித்தே அச்சப்தத்தையும், வண்ணான் துணி வெளுக்கும்பொழுது துணி கல்லின்மேல் படுவதைப் பார்த்து கொஞ்ச காலத்திற்கப்புறமே அதன் சப்தத்தையும் நாம் கேட்கிறோம். ஆகையால் ஒலி பரவுதற்குக் காலம் பிடிக்கிறதென்று தெரிந்துகொள்ளுகிறோம். சாஸ்திர நிபுணர்கள் பல பரிசோதனைகளைச் செய்து, ஒலி வாயுவில் விநாடி ஒன்றிற்கு சுமார் 1100 அடி வீதமும், திரவங்களில் வாயுவில் செல்லுவதைவிட சுமார் 4 மடங்கு வேகமாயும், திட பதார்த்

தங்களில் வாயுவில் செல்லுவதைவிட 10 முதல் 15 மடங்கு வரையில் வேகமாயும் செல்லுகிறதென்று கண்டு பிடித்திருக்கிறார்கள்.

சங்கீதமும் சாதாரண சப்தமும்:—சப்தங்கள் ஒன்றுக்கொன்று பலவிதமாக வித்தியாசப்படுகின்றன. கரடுமுரடான பாதையில் கடகடவென்று ஓடும் வண்டியின் சப்தம், இடிமுழக்கம், வெடிகுண்டு சப்தம் ஆகிய இவைகள் ஒழுங்கற்றதும், தொடர்ச்சியாயில்லாமலும், சற்று நேரம் மட்டும் காதில் விழக்கூடியதுமான சப்தங்கள். இவை காதுக்கு இனிமையற்றவை. பிடில், வீணை, தம்பூர் முதலிய வாத்தியங்களின் கம்பியை அசைவிப்பதாலும், துவானக கவட் (tuning fork) டை தட்டுவதாலும், வாத்தியக் குழல்க (organ pipes)ளை ஊதுவதாலும் ஏற்படும் சப்தம் தொடர்ச்சியாயும், ஒழுங்காயும் காதுக்கு இனிமையாயுமிருப்பதால் இதை ஸ்ருதி என்கிறோம். தட்டுவதால் ஏற்படும் இனிமையில்லாத சப்தத்தைக்கொண்டு நாணயம், கண்ணாடி அல்லது மண் பாத்திரம் விரிசலுள்ளதாவென்பதைத் தெரிந்துகொள்ளலாம். விரிசலிருந்தால் வஸ்துக்களைத் தட்டிப்பார்க்கும்பொழுது ஒழுங்கான லோலம் (vibration) ஏற்படுவதில்லை.

சங்கீத ஸ்ருதிகள் அவைகள் ஒரு விநாடியில் செய்யும் லோலத்திற்குத் தக்கவாறும், லோலசக்திக்குத் தக்கவாறும், ஒலி உண்டாக்கும் கருவிக்குத் தக்கவாறும் பலவகையாக வித்தியாசப்படுகின்றன. ஒரு விநாடியில் ஏற்படும் லோலத்தின் எண்ணிக்கைக்கு லோலமாத்திரை (frequency) என்று பெயர். லோலமாத்திரையில் வித்தியாசப்படும் ஸ்ருதிகள் ஸ்தாயை (pitch) வித்தியாசமுள்ளவை என்கிறோம். அதிக லோலமாத்திரையுள்ள ஸ்ருதியை மேல் ஸ்தாய் (high pitch) என்றும் குறைந்த லோலமாத்திரையுள்ள ஸ்ருதியை கீழ்

ஸ்தாய் (low pitch) என்றும் சொல்லுகிறோம். ஒலிக்கருவி மீட்டப்படும் அல்லது தாக்கப்படும் சக்திக்குத் தகுந்தவாறு ஸ்ருதிகள் தீவிரம் (intensity), முழக்கம் (loudness) இவைகளில் வித்தியாசப்படுகின்றன. இரண்டுவித வாத்தியக் கருவிகளால் உண்டாக்கப்படும் ஒரே தீவிரமும், ஸ்தாயையுமுள்ள ஸ்ருதிகள், தொனிகுணம் (quality) அல்லது தொனிபேதம் (timbre) உடையனவாதலால், ஸ்ருதி எந்தக் கருவியால் ஏற்படுகிறதென்பதைச் சுலபமாகத் தெரிந்துகொள்ளலாம்.

ஒலி முழக்கம் அதிகரிப்பதற்கு (1) ஒலிக்கும் வஸ்து பெரியதாயிருத்தல், (2) ஒலிக்கும் வஸ்துவைச் சுற்றியுள்ள வாயுவின் திண்மானம் அதிகமாயிருத்தல், (3) ஒலிக்கும் வஸ்துவை தீவிரமாய்த் தாக்கி லோலதூரத்தை (extent of vibration) அதிகரித்தல், (4) ஒலிக்கும் வஸ்து சமீபத்திலிருத்தல் ஆகிய இவை அவசியம்.

A. சில சங்கீத வாத்தியங்கள்.

வாத்தியங்களை (1) தம்புரு, பிடில், வீணை, பியானோ முதலிய கம்பி வாத்தியங்கள் (stringed instruments), (2) புல்லாங்குழல், நாகஸ்வரம், ஹார்மோனியம், வாத்தியக் குழல்கள் (organ pipes) முதலிய காற்று வாத்தியங்கள் (wind instruments), (3) மிருதங்கம், தப்பட்டை, தாளம், சேமக்கலம், மணி, நகார் முதலிய தாக்கப்படும் வாத்தியங்கள் (percussion instruments) என மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. கம்பி வாத்தியங்கள்.

கம்பி வாத்தியங்களில் விறைப்பாக பிகிக்கப்பட்ட கம்பிகளை (1) பிடில்போன்ற வாத்தியத்தில் வில்லைக்கொண்டும், (2) வீணைபோன்ற வாத்தியத்தில் விரலினுலும், (3) பியானோ

போன்ற வாத்தியத்தில் மிருதுவான சுத்தியாலும் அசையச் செய்வதால் நாதம் உண்டாகிறது.

விறைப்பாக பிடிக்கப்பட்ட கம்பிகளின் அசைவு

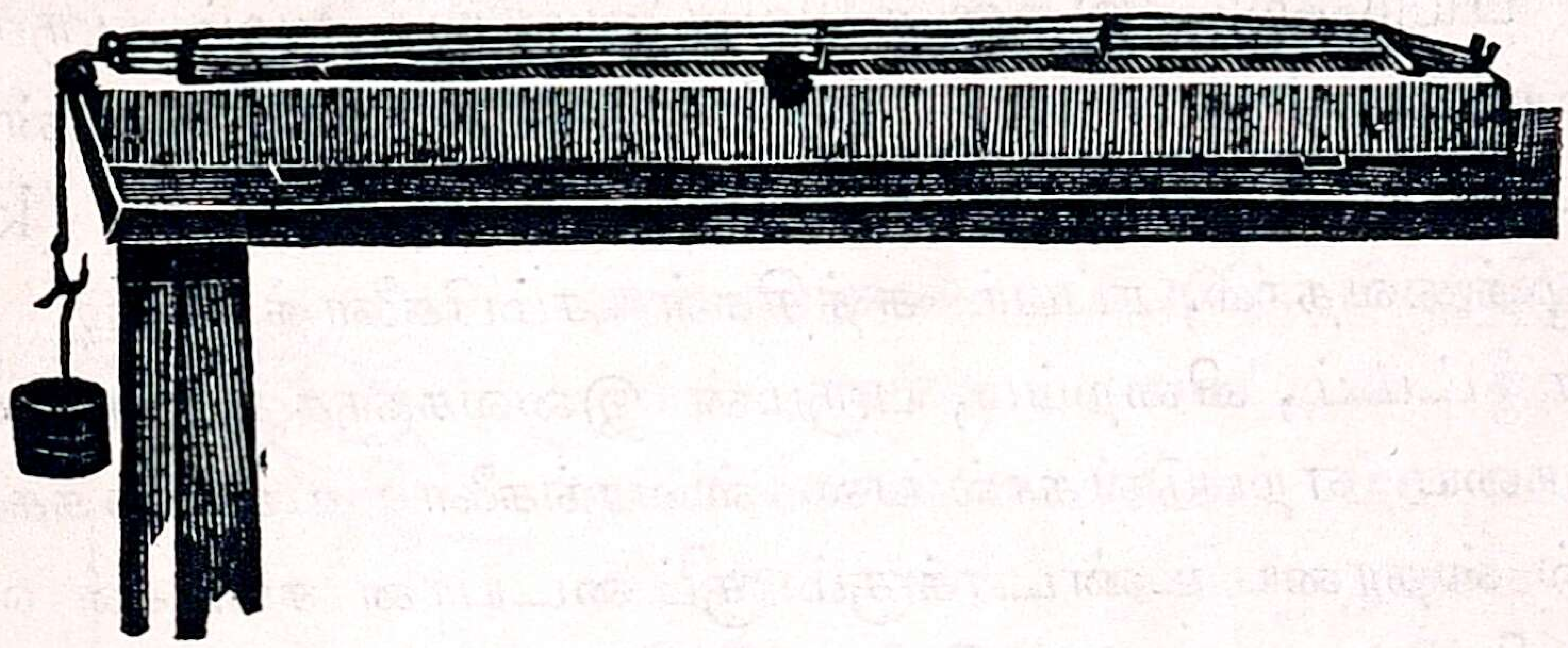
ப-சோ. 17 :—உலோகக் கம்பியையாவது, நரம்புக்கம்பியையாவது விறைப்பாக இருநுனிகளையும் ஆணிகளில் கட்டி இடையில் மீட்டு. கம்பி விரைவாக அசைவதால் உண்டாகும் ஒலியைக்கவனி. கம்பி அசைந்து வாயுவில் அலைகள் ஏற்படுவதால் ஒலி உண்டாகிறது. எல்லாக் கம்பி வாத்தியங்களிலும் இம் மாதிரியே ஒலி உண்டாகும்.

ப-சோ. 18 (a) :—மேற்சொன்ன பரிசோதனையில் உபயோகித்த கம்பியைவிட மெல்லிய அல்லது பருமனான கம்பியை உபயோகித்து பரிசோதனையைச்செய். நீட்டமும் விறைப்பும் ஒரே மாதிரியாயிருக்கும்பொழுது மெல்லிய கம்பி அசைவதால் ஸ்ருதி மேல் ஸ்தாயையிலும், பருமனான கம்பி அசைவதால் ஸ்ருதி கீழ் ஸ்தாயையிலுமிருக்கின்றன என்பதைக் கவனி.

ப-சோ. 18 (b):—படம் 42ல் காட்டியபடி கம்பியின் ஒரு நுனியை நாதமானி (sonometer)யின் ஒரு புறத்திலுள்ள முளையில் கட்டி அதை பெட்டியின் மற்றொரு நுனியிலுள்ள கம்பியின்மேற் செல்லும்படிச் செய்து இரண்டாவது நுனியில் பல நிறைகளை வைத்து கம்பியை மீட்டு. நிறை அதிகரிக்கும்பொழுது கம்பியின் விறைப்பு அதிகமாகி ஸ்ருதியின் ஸ்தாய் அதிகமாகிறது. இதனால் கம்பிகளின் நீட்டமும், பருமனும் ஒரே அளவாயிருக்கும்பொழுது விறைப்பு அதிகரிப்பதனால் ஸ்ருதியின் ஸ்தாயை அதிகரிக்கிறது என்று தெரிந்து கொள்ளுகிறோம்.

மேற்சொன்ன பரிசோதனைகளிலிருந்து கம்பிகளின் நீட்டத்தையும் பருமனையும் குறைப்பதாலும், அவைகளின்

விறைப்பை அதிகப்படுத்துவதாலும் ஸ்ருதியின் ஸ்தாயை அதிகரிக்கலாமென்று தெரிந்துகொண்டோம். இம்மாதிரிதான்



படம் 42. நாதமானி (Sonometer)

கம்பி வாத்தியங்களில் பலவித ஸ்ருதி ஸ்தாயைகளுள்ள சங்கீதத்தை உண்டாக்குகிறார்கள்.

பிடில் :—இது பல பருமனுள்ள கம்பிகள் பிகிக்கப்பட்டிருக்கும் பெட்டி. பிடில் வில்லை கம்பியின்மேல் குறுக்கே ஒரு பக்கமாக இழுக்கும்பொழுது, கம்பி சற்று தூரம் வில்லுடன் நகர்த்தப்பட்டு, பிறகு நழுவி பின்பக்கம் செல்லுவதால் அசைவு ஏற்படுகிறது. இம்மாதிரியே வில் கம்பியை அசைப்பதால் உண்டாகும் லோலங்கள், மரக்குதிரை (bridge) மூலமாய், பெட்டியிலுள்ள வாயுவுக்கு மாற்றப்படுவதால், ஒலி அதிகரிக்கிறது. பல பருமன்களுள்ள கம்பிகளை உபயோகிப்பதாலும், அவைகளின் அசையும் நீட்டத்தை வாசிப்பவன் கைவிரல்களால் பெட்டியின்மேல் அழுத்தி வேறுபடுத்துவதாலும், கம்பிகளின் விறைப்பை வேண்டிய அளவு திருகை முடுக்கி மாற்றுவதாலும் ஸ்தாயை மாற்றப்பட்டு இனிய ஸ்வரங்கள் உண்டாக்கப்படுகின்றன.

வீணை:—வீணையும் பிடிலைப்போல் ஒரு கம்பி வாத்தியமே. ஆனல் இதில் கம்பிகளை விரல்களால் இழுத்து மீட்டுவதா

லும், அவைகளின் நீட்டத்தை மாற்றுவதாலும் இனிய சங்கீதத்தை உண்டாக்கலாம்.

பியானே:—இதனுள் வெவ்வேறு நீட்டமும், பருமனும் விறைப்புமுள்ள பல கம்பிகள் பிகிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. பெட்டியின் மேலுள்ள விசைப் பொத்தான்களை (keys) அழுத்துவதால், ரப்பர் சுத்திகள் கம்பிகளைத் தட்டி கம்பியின் நீட்டம், விறைப்பு, பருமன் இவைகளுக்குத் தக்கவாறு ஸ்தாயை ஏற்படுவதால் பல ஸ்வரங்களை உண்டாக்கலாம். மேல் ஸ்தாயை உண்டாக்கும் குட்டையான கம்பிகள் வாசிப்பவனின் வலது பக்கத்திலிருக்கின்றன.

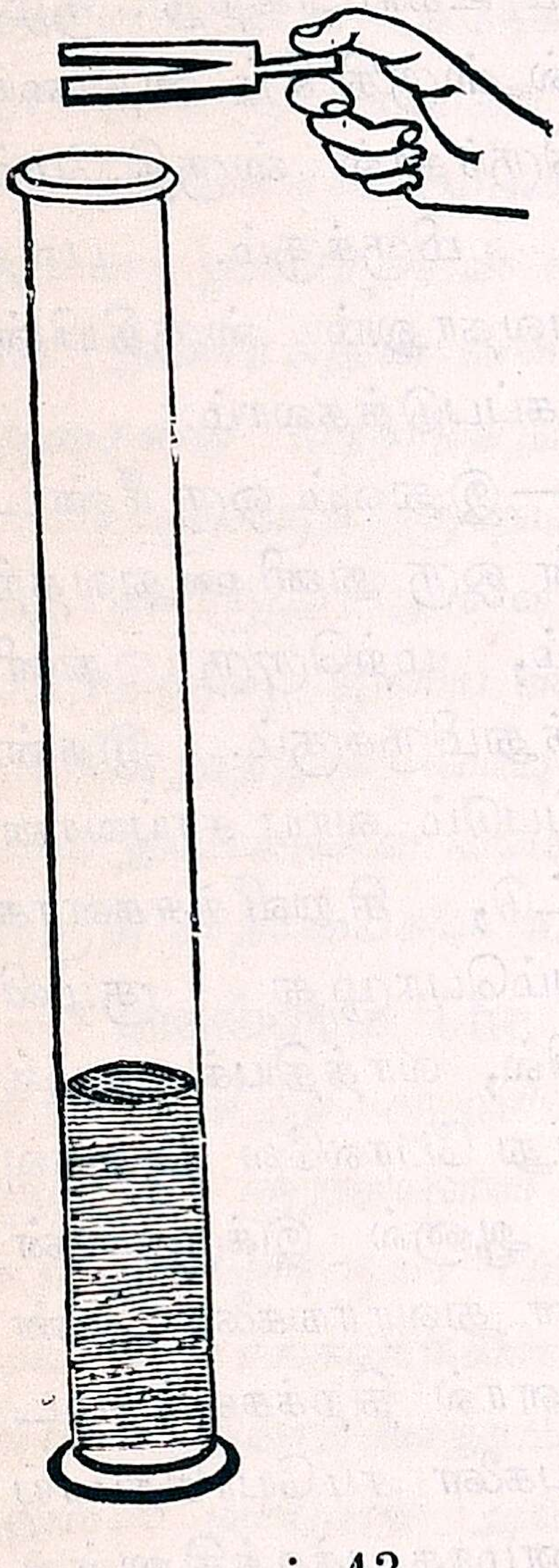
கம்பி வாத்தியங்களில் கம்பிகள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும் பெட்டியிலுள்ள வாயு அசைவதால் கம்பிகளால் ஏற்படும் ஒலி அதிகரிக்கிறது. ஒலிக்கும் துவானக கவடு ஒன்றை தனியாகவும் பெட்டியின்மேல் வைத்தும் அதனுல் ஏற்படும் ஒலி வித்தியாசத்தைக் கொண்டு இதைத் தெரிந்து கொள்ளலாம். இந்தப் பெட்டிக்கு பிரதி தொனிப்பெட்டி (resonator) என்று பெயர்.

2. காற்று வாத்தியங்கள்.

காற்று வாத்தியங்கள் (1) மரத்தினுல் செய்யப்பட்டவை, (2) பித்தளையால் செய்யப்பட்டவை என இரண்டு வகைப்படும். மரத்தினுல் செய்யப்பட்ட வாத்தியங்கள் (1) நாகஸ்வரம், ஹார்மோனியம் போன்ற மரம் அல்லது உலோக நறுக்கு (reed) உள்ளவை, (2) புல்லாங்குழல் போன்ற நறுக்கு இல்லாதவை என இருவகைப்படும்.

பெட்டி அல்லது பாத்திரங்களிலுள்ள வாயு அசைவதால் ஒலி ஏற்படுவதை அடியிற் கண்ட பரிசோதனையால் தெரிந்துகொள்ளலாம்.

ப-சோ. 19:—தட்டப்பட்ட துவானக கவட்டை நீண்ட கண்ணுடி ஜாடியின் வாயின்மேல் படம் 43-ல் காட்டியபடி பிடி. துவானககவடு செய்யும் ஒலி அதிகரிக்கும் வரையில் ஜாடியில் ஜலத்தை ஊற்று. ஜலமட்டத்தின் மேலுள்ள வாயுவின் உயரம் ஓரளவிலிருக்கும் பொழுது வாயு அசைவதால் ஏற்படும் பிரதிதொனியும், துவானக கவட்டின் ஒலியும் ஒரே லோல மாத்திரை (frequency) யிலிருப்பதால், ஒலி முழக்கம் அதிகரிக்கிறது. லோல மாத்திரை வேருகவுள்ள மற்ெருரு துவானக கவட்டைத் தட்டி ஜாடியின் வாயின்மேல் பிடி. குறைந்த லோல மாத்திரையுள்ள துவானக கவட்டை உபயோகிக்கும்பொழுது வாயுவின் உயரம் அதிகமாகவும், அதிக லோல மாத்திரையுள்ள துவானக கவட்டை உபயோகித்தால் வாயுவின் உயரம் குறைவாயுமிருந்தால் பிரதிதொனி ஏற்படுகிறது. இதனுல் வாயுவின் உயரம் அதிகமாயிருந்தால் கீழ்ஸ்தாய் ஸ்ருதியும், வாயுவின் உயரம் குறைந்திருந்தால் மேல் ஸ்தாய் ஸ்ருதியும் ஏற்படுகிறது என்று தெரிகிறது.

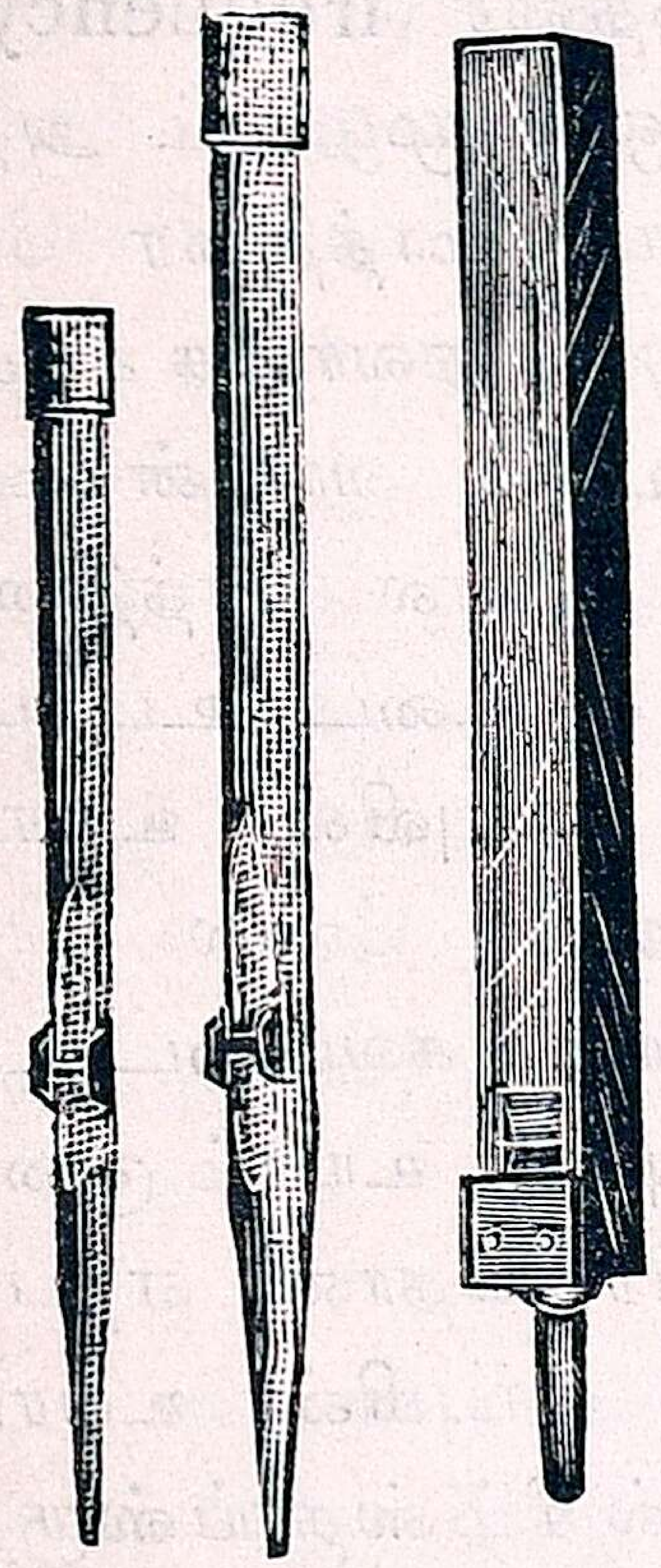


படம் 43.

வாயு அசைவும் ஒலியும்.

காற்று வாத்தியங்களாகிய புல்லாங்குழல், நாகஸ்வரம் முதலியவைகளில் வெவ்வேறு அளவுள்ள வாயு பாகங்கள் அசைவதால், வெவ்வேறு ஸ்ருதி ஸ்தாயைகள் ஏற்படுகின்றன.

வாத்தியக்குழல் (Organ Pipe):—இது ஒரு நீண்ட குழாய். இதன் ஒரு நுனி சிறுத்து இருப்பதால், இதன் வழியாக ஊதி செலுத்தப்பட்ட வாயு சாய்ந்து கூர்மையான விளிம்பில் (lip) பட்டு, சிறுகாற்று வீச்சுகளாக வெளிவரு கின்றது. அப்பொழுது விளிம்பிற்குப் பின் குழாயிலுள்ள வாயுவில் அசைவு ஏற்படுவதால் சப்தம் உண்டாகிறது. குழா யின் மற்றொரு நுனி மூடியிருந்தால் ஸ்ருதி கீழ் ஸ்தாயை யிலும், திறந்திருந்தால் ஸ்ருதி மேல் ஸ்தாயையிலு மிருக்கும். பலத் துடன் ஊதுவதாலும் ஸ்ருதியின் ஸ்தாயை அதிகப்படுத்தலாம்.



படம் 44.

வாத்தியக் குழல்கள்.

ஊதுகுழல்:—இதுவும் ஒரு நீண்ட குழல். இதன் ஒரு நுனி ஊதுவதற் காக சிறுத்தும், மற்றொரு நுனி அகன்று திறந்துமிருக்கும். இதன் வழியாய் ஊதப்படும் வாயு சாய்வான விளிம்பில் பட்டு, சிறுவீச்சுகளாக வெளிச்செல்லும்பொழுது குழலி லுள்ள வாயுவில், வாத்தியக் குழல் களில் ஏற்படுவது போலவே அசைவு ஏற்படுகிறது. ஆனால் இக்குழலின் பக்கங்களிலுள்ள துவாரங்களை வேண் டியபடி விரல்களால் திறக்கவும் மூட வும் கூடுமாதலால், பல ஸ்ருதி ஸ்தாயைகளை சமயோசிதமாய் ஏற்படுத்திக்கொள்ள முடியும். உதாரணமாக பக்கத்திலுள்ள துவாரங்கள் எல்லாவற்றையும் மூடிக்கொண்டு மெதுவாக ஊதும்பொழுது ஸ்ருதி கீழ் ஸ்தாயையிலும், உரமாக ஊதும்பொழுதும், கடைசி துவாரத்தை திறந்துவைத்து ஊதும்பொழுதும் ஸ்ருதி ஸ்தாயை அதிகரித்துமிருப்பதை

பரிசோதனைசெய்து தெரிந்துகொள்ளலாம். திறந்திருக்கும் துவாரம் ஊதப்படும் நுனிக்குப் பக்கத்தில் வரவர ஸ்ருதி ஸ்தாயையும் அதிகரித்துக்கொண்டே வரும்.

புல்லாங்குழல் :—இது ஒரு நுனி மூடியும், அதற்குச் சமீபத்தில் ஒரு துவாரமுமுள்ள குழாய். குழாயின் திறந்த நுனியிலிருந்து அநேக துவாரங்கள் ஒன்றுக்கொன்று சம தூரத்திலிருக்கின்றன. குழாயின் பக்கத்திலுள்ள துவாரங்களை விரல்களால் மூடிக்கொண்டு, மூடிய நுனியின் சமீபத்திலுள்ள துவாரத்தின் வழியாய் ஊதும்பொழுது, வாயுவீச்சுகள் துவாரத்தின் விளிம்பில்பட்டு, குழாயிலுள்ள வாயுவில் அசைவை ஏற்படுத்துகிறது. உட்செலுத்தும் வாயுவின் வீச்சுகளுக்குத் தகுந்தபடி துவாரங்களை வேண்டியபடி மூடித் திறந்து குழாயிலுள்ள வாயுவின் லோலமாத்திரையை ஏற்படுத்தினால், இனிய ஸ்ருதி உண்டாகிறது. இம்மாதிரியே உட்செலுத்தும் வாயு வீச்சுகளின் உரத்தை மாற்றியும், பக்க துவாரங்களை வேண்டியபடி மூடித் திறந்தும், வேண்டிய ஸ்ருதி ஸ்தாயைகளை உண்டாக்கலாம்.

நாகஸ்வரம்(The Indian Pipe):—இது ஒரு நுனி சிறுகச் சிறுக குறுகியும், மற்றொரு நுனி அகன்றுமுள்ள குழாய். குறுகியுள்ள நுனியில் ஒரு மெல்லிய மர நறுக்கு சொருகப் பட்டிருக்கிறது. குழாயின் பக்கத்தில் பல துவாரங்களிருக்கின்றன. வாயுவை குழாயினுள் நறுக்கின் வழியாக ஊதும்பொழுது, நறுக்கு அசைந்து, குழாயிலுள்ள வாயுவில் அசைவு ஏற்படுகிறது. புல்லாங்குழலில் ஏற்படுவது போலவே இதிலும் வாயு வீச்சுகளின் உரத்தை மாற்றுவதாலும், குழலின் பக்கத் துவாரங்களை வேண்டியபடி மூடித்திறப்பதாலும் வேண்டிய ஸ்ருதி ஸ்தாயைகளை உண்டாக்கலாம்.

ஊது கொம்பு (Bugle) :—இது பித்தளையால் செய்யப்பட்ட சாதாரணக் குழாய். இது ஒரு பக்கம் குறுகி சிறிய கிண்ணம்போன்ற வாயுள்ளது. மற்றொரு பக்கம் அகன்று மணியைப்போல் உள்ளது. ஊதுபவன் உதடுகளைக்கொண்டு குழாயின் குறுகிய வாயினுள் வாயுவை வீச்சுகளாகச் செலுத்துவதால், குழாயிலுள்ள வாயு அசைந்து ஒலி ஏற்படுகிறது.

3. தாக்கப்படும் வாத்தியங்கள்.

இந்த வாத்தியங்களில் பிகிக்கப்பட்ட தோல், உலோகத் தகடு அல்லது உலோகத் துண்டை சுத்தியால் அடிப்பதால் அவைகளில் அசைவு ஏற்பட்டு நாதம் ஏற்படுகிறது.

முரசு (Drum) :—இந்த வாத்தியத்தில் கிண்ணம் போன்ற மரச்சட்டத்தின் வாய் வட்டவடிவமான தோலினால் மூடப்பட்டு, தோல் வாரினால் இழுத்து பிகிக்கப்பட்டிருக்கிறது. தோல் பிகிக்கப்பட்டிருப்பதற்குத் தக்கவாறு அதன் விறைப்பு மாறி, அதைத் தாக்குவதால் ஏற்படும் ஸ்தாயையும் மாறுபடும்.

கைத்தாளங்கள் (Cymbals) :—இவை பித்தளை, அல்லது வெண்கலத்தால் செய்யப்பட்ட வட்டமான தகடுகள். இவை ஒன்றோடொன்று தாக்கி விலகும்பொழுது, அவைகளில் ஏற்படும் அசைவினால் சப்தம் உண்டாகிறது.

B. எதிரொலி (Echoes).

வெளிச்சம் முகம்பார்க்கும் கண்ணாடியில் பிரதிபலிப்பதும், அலைகள் கரையில் மோதி திரும்பிச் செல்லுவதும் நமக்குத் தெரிந்த விஷயம். இம்மாதிரியே பெரிய சுவர்களும் உயர்ந்த கட்டடங்களும் குன்றுகளும் தங்கள் மேல் தாக்கும் ஒலி அலைகளைத் திருப்பிச் செல்லச் செய்கின்றன. ஒருவன் குன்றின் எதிரே கொஞ்ச தூரத்தில் நின்று உரத்த

சப்தம் செய்வானுகில், அந்த சப்தம் பிரதிபலிக்கிறது. மனிதனுல் செய்யப்பட்ட சப்தம் குன்றில் மோதி, திருப்பப் பட்டு காதில் விழுகிறது. இவ்வாறு பிரதிபலித்து வரும் சப்தத்திற்கு எதிரோலி அல்லது பிரதிதோனி என்று பெயர். குன்று சமீபத்திலிருப்பின் முதலில் செய்த சப்தமும், அதன் எதிரொலியும் வெவ்வேருக காதில்படுவதில்லை. எதிரொலியை தனியாகக் கேட்பதற்கு, குன்று சுமார் 110 அடி தூரத்திற்குக் குறையாமல் இருக்கவேண்டும். வெகு தூரத்திலிருந்தால், பிரதி ஒலி அலைகளின் பலம் குறைந்து, பிரதி ஒலி கேட்ப தில்லை. மேகங்கள் ஒன்றையொன்று சமீபிக்கும்பொழுது இடி சப்தம் உண்டாகிறது. இந்த சப்தம் வெவ்வேறு தூரங் களிலுள்ள மேகங்களில் பிரதி பலிப்பதால், தொடர்ந்த சப்த மாகிய இடிமுழக்கம் ஏற்படுகிறது.

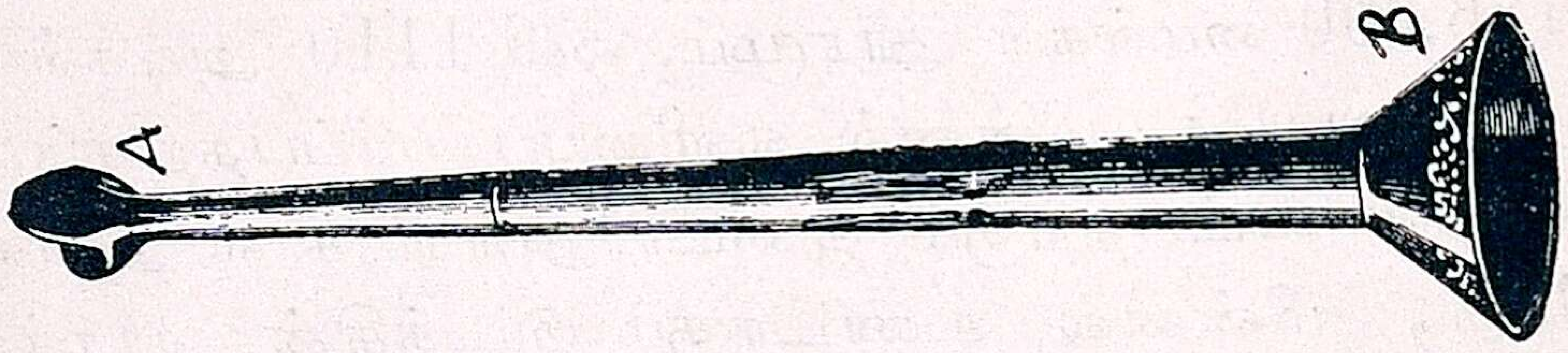
இடியும் மின்னலும் ஒரே சமயத்தில் உண்டாயினும், மின்னலைப் பார்த்து கொஞ்சநேரம் கழித்தே இடி முழக்கத் தைக் கேட்கிரும். இதற்குக் காரணம் ஒரு செகண்டுக்கு ஒளி 186,000 மைல்கள் தூரமும், ஒலி 1110 அடிகள் தூர மும் செல்லுவதே. மின்னல் ஒளியைப் பார்ப்பதற்கும், இடி சப்தத்தைக் கேட்பதற்கும் இடையிலுள்ள கால அளவைக் கவனித்து, மின்னல் உண்டாகும் இடத்தின் தூரத்தைக் கண்டுபிடிக்கலாம். குன்றின்முன் நின்று செய்யும் சப்தத் திற்கும் அதன் எதிரொலிக்கும் இடையிலுள்ள காலத்தைக் கண்டுபிடித்து அதில் பாதி காலத்தில் சப்தம் செகண்டுக்கு 1100 அடி வீதம் செல்லக்கூடிய தூரம் குன்றின் தூரம்.

C. ஒலி விருத்திக் கருவி (Megaphone) யும் சுவாசாசய, இருதய ஸ்திதி உணரும் கருவி (Stethoscope) யும்.

அசைவற்றிருக்கும் ஜலத்தில் ஒரு கல்லைப் போட்டால், வட்டமான சிறு அலைகள் உண்டாகி பரவுகிறதைப் பார்க்க

லாம். உண்டாகும் வட்டங்கள் பெரியதாகும் பொழுது, அவைகளின் பரப்பு அதிகரித்து, சக்தி குறைவதால் அவை நன்ருகப் புலப்படுவதில்லை. இம்மாதிரியே ஒலி அலைகள் பரவும் பொழுது, அவைகளின் சக்தியும் குறைகிறது. ஆகையால் ஒலி உண்டாகுமிடத்திலிருந்து தூரம் அதிகரிக்கும் பொழுது, சப்தம் குறைந்துகொண்டே வருகிறது. ஒலி அலைகள் மேற்சொன்னபடி பரவாமலிருக்கும்படிச் செய்தால், ஒலி குறைவதில்லை. ஒலி விருத்திக் கருவி அல்லது பேசு குழல், சுவாசாசய இருதய ஸ்திதி உணரும் கருவி, காது குழாய் (ear-trumpet) இவை மேற்சொன்ன ஆதாரத்தைக்கொண்டு உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன.

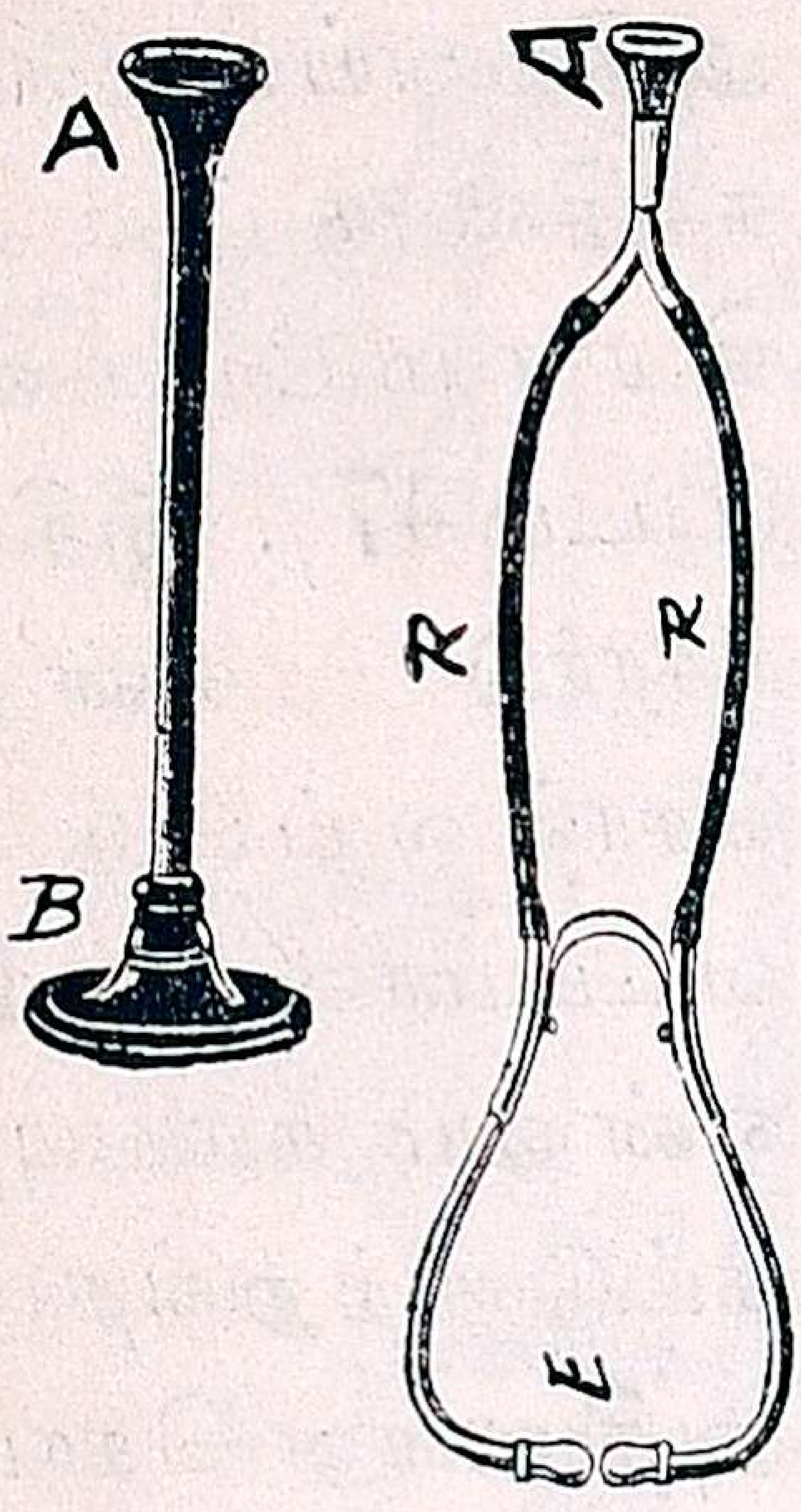
பேசு குழல் (Megaphone or Speaking tube) :—பேசுகுழல் படம் 45ல் காட்டியபடி ஒரு நுனி (A) குறுகியும் மற்றொரு நுனி (B) அகன்றுமுள்ளது. குறுகிய நுனியில்



படம் 45. பேசு குழல்.

பேசுவதால், ஒலி அலைகள் குறைந்த விஸ்தீரணத்தில் சக்தி குறையாமல் சென்று வெகு தூரத்திலும் தெளிவாகக் கேட்கப்படுகிறது.

சுவாசாசய-இருதய ஸ்திதி உணரும் கருவி (Stethoscope) :—வைத்தியர்கள் இந்த கருவியை உபயோகிப்பது



(i) (ii)

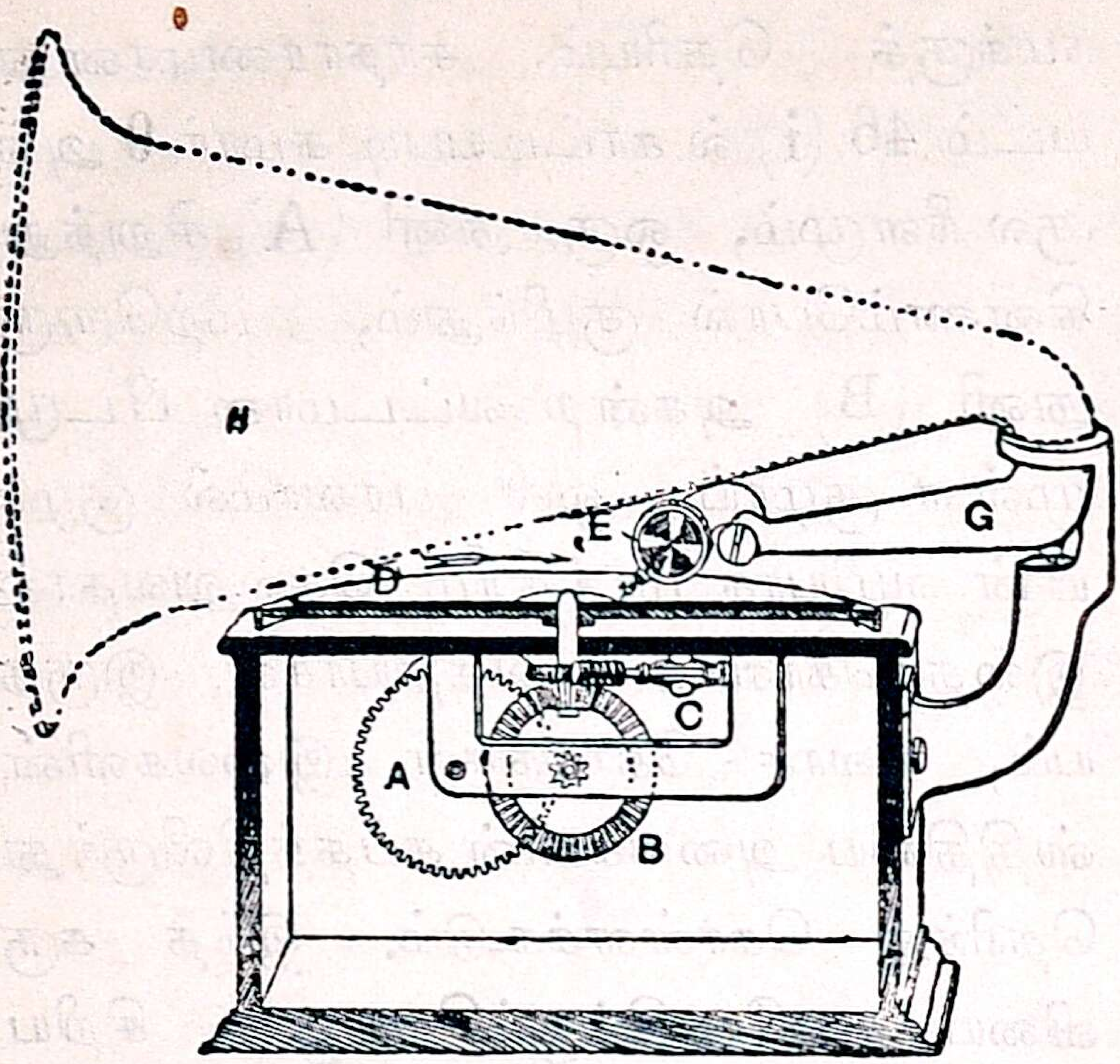
படம் 46.
சுவாசாசய இருதய ஸ்திதி உணரும் கருவி.

நமக்குத் தெரியும். சாதாரணமானது படம் 46 (i) ல் காட்டியபடி சுமார் 9 அங்குல நீளமும், ஒரு நுனி (A) சிறுத்து கின்னம்போல் குழிந்தும், மற்றொரு நுனி (B) அகன்ற வட்டமான பீடமுமுள்ள குழாய். ஒலி பரவாமல் குழாயின் வழியாக மாத்திரம் செல்லுவதால் இதைக்கொண்டு வைத்தியர்கள் இருதயம், சுவாச கோசங்கள் இவைகளின் ஸ்திதியை அவைகளின் சப்தத்திலிருந்து தெரிந்து கொள்ளக்கூடும். இந்த கருவியை உபயோகிக்கும்பொழுது சிறிய நுனியை நோயாளியின் மார்பின் மேலும் அகன்ற பாகத்தை வைத்தியர் காதின் மேலும் வைத்து சோதிக்கிறார்கள்.

தற்காலத்தில் அதிகமாய் உபயோகமாகும் கருவி படம் 46 (ii)ல் காட்டியிருப்பது. இதில் இரண்டு காதுகளாலும் கேட்பதற்கு இரண்டு குழாய்களிருக்கின்றன. இதில் (1) உலோகம் அல்லது வல்கனேட்டால் செய்யப்பட்ட மார்பில் வைக்கும் பாகம் (A), (2) இத்துடன் சேர்க்கப்பட்டுள்ள இரண்டு ரப்பர் குழாய்கள் (R.R.), (3) ரப்பர் குழாய்களின் இரண்டாவது நுனிகளுடன் சேர்த்துள்ள காதில் வைத்துக் கேட்பதற்கு சௌகரியமான இரண்டு உலோகக் குழாய்கள் இருக்கின்றன. இது நீளமாயிருப்பதாலும், வளையக்கூடியதாலும், இதை உபயோகிப்பது சௌகரியம்.

D. கிராமபோன்.

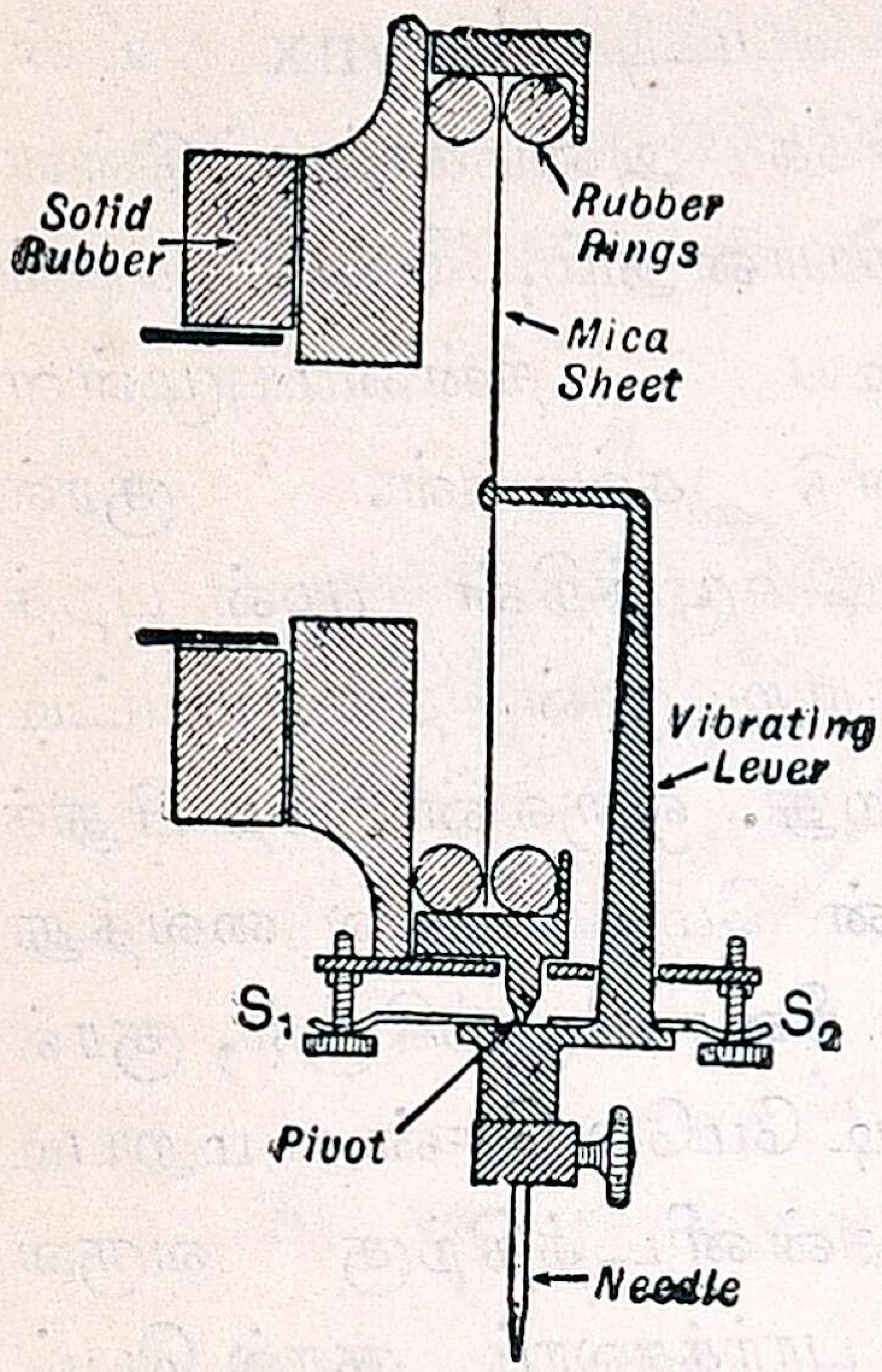
ஒருவருடைய பேச்சு, பாட்டு முதலியவைகளை வேண்டிய பொழுது கேட்பதற்கு உபயோகமாகும் யந்திரங்களில்



படம் 47.
கிராமபோன்.

அதிகமாய் உபயோகத்திலிருப்பது கிராமபோன் (படம் 47). இதில் ரிகார்டு என்று சொல்லப்படும் வட்டமான D என்னும் கறுப்புத் தட்டு சுற்றுவதால் அதிலுள்ள தொடர்ச்சியான ஒழுங்கற்ற கீற்றில் ஊசியின் கூரான நுனி பக்கத்துக்குப் பக்கம் அசைகிறது. இந்த கீற்றின் ஒழுங்கீனம், அதற்குக் காரணமான பேச்சு அல்லது பாட்டினால் ஏற்பட்டு மெதுவான மெழுகு தட்டில் பதியவைக்கப்பட்ட கோட்டின் ஒழுங்கீனத்தை பொருந்தி யிருக்கிறது. இவ்வாறு கீறிடப்பட்ட மெழுகுத் தட்டு மின்சார சக்தியைக்கொண்டு உலோகத்தால் மூடப்பட்டு, ஒரு அச்சு (die) செய்யப்படுகிறது. இதைக் கொண்டு அநேக பிரதிகளை கறுப்புத் தட்டுகளில் செய்யலாம்.

சப்தப் பெட்டி (Sound-box) :—கிராமபோனின் முக்கிய பாகம் அதன் சப்தப் பெட்டி (படம் 47. E). பெட்டியிலுள்ள நெம்புகோல் நுனியில் ஊசி ஒன்று திருகைக்கொண்டு பிகிக்கப்படுகிறது.நெம்புகோலின் மேல் நுனி இரண்டு ரப்பர் வளையங்களுக்கிடையில் உள்ள வட்டமான மெல்லிய அப்ரக



படம் 48.

சப்தப்பெட்டி.

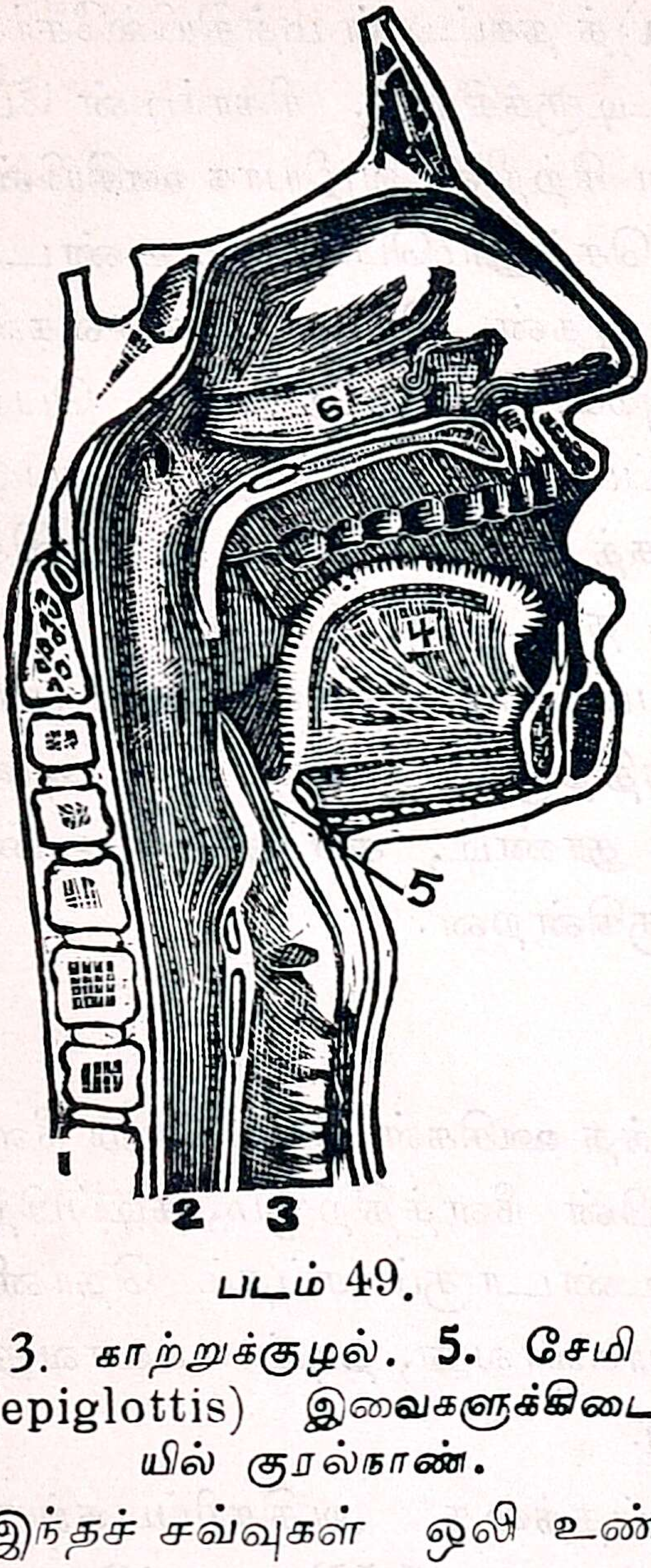
(mica)த் தகட்டின் மத்தியில்சேர்க்கப்பட்டிருக்கிறது. ரிகார்டின் மேலுள்ள கீற்றின் வழியாக ஊசியின் நுனி செல்லும்பொழுது, உண்டாகும் அதன் சிறிய அசைவுகள் நெம்புகோலின் உதவியால் பெரிதாக்கப்பட்டு, அதற்குத் தக்கபடி அப்ரகத் தகட்டையும் அசைவிக்கிறது. தகட்டின் அசைவுகள் சப்தப்பெட்டியிலுள்ள வாயுவில் மூல சப்தத்திற்குச் சரியான ஒலி அலைகளைத் தூண்டி, சப்தத்தை உண்டாக்குகின்றன.

கிராமபோன் ஊசிகள்:—இந்த ஊசிகள் வெவ்வேறு நீளமும், தடிப்பும் உள்ளன. ஊசியின் நீளத்திற்கும், தடிப்பிற்கும் தக்கவாறு கிராமபோனில் உண்டாகும் சப்தம் தொனியில் வேறுபடும். ஊசி குட்டையாகவாவது, தடிப்பாகவாவது இருந்தால் சப்தம் அதிகரிக்கிறது.

சில கிராமபோன்களில் சப்தத்தை அதிகரிப்பதற்கு பேசும் குழலைப்போல் ஒருபாகம் (படம் 47-H) இருக்கிறது. தற்காலத்தில் உபயோகத்திலிருக்கும் குழலில்லாத கிராமபோன்களில் உள்ள பிரதிதொனி பெட்டியிலிருக்கும் வாயுவின் அசைவினால் சப்தம் அதிகமாகிறது.

E. குரல் நாண்கள் (Vocal Cords).

பிராணிகளில் சப்தம் செய்யும் உறுப்புகள் குரல் நாண்கள் இவை காற்றுக்குழலின் (trachea) மேல்பாகமாகிய



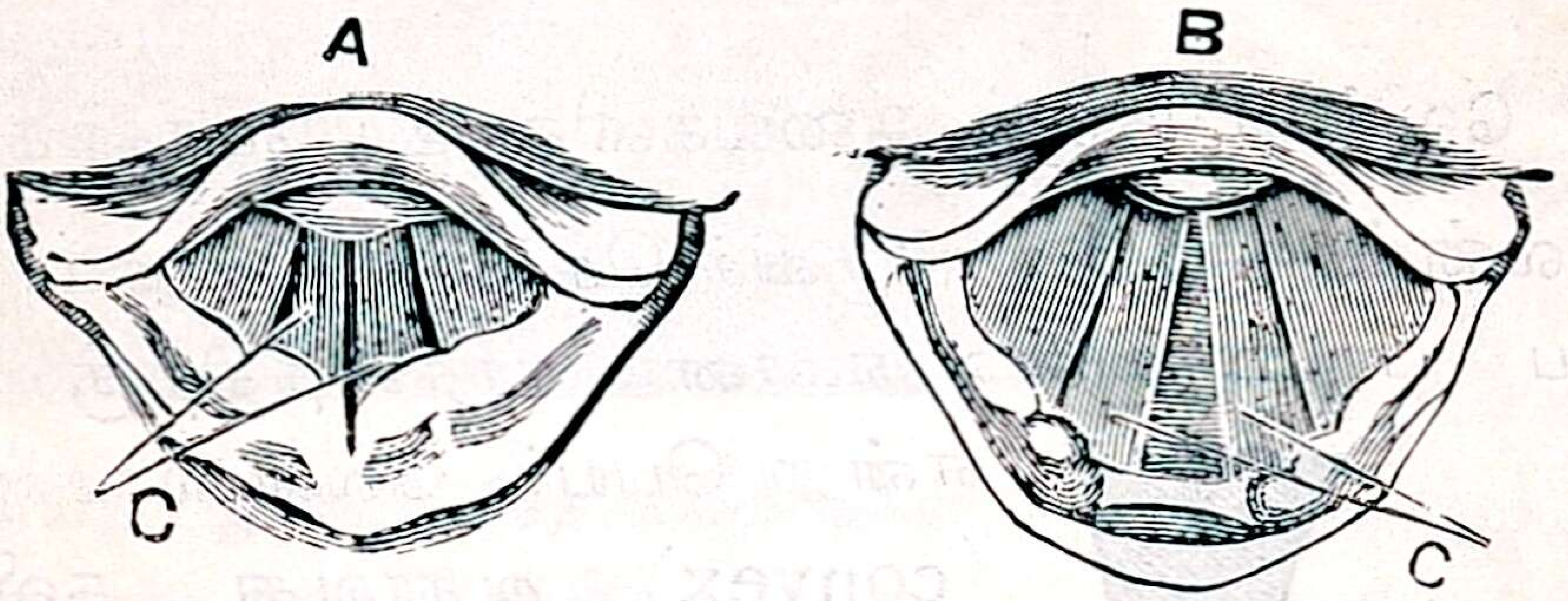
படம் 49.

3. காற்றுக்குழல். 5. சேமி (epiglottis) இவைகளுக்கிடையில் குரல்நாண்.

குரல் பெட்டி (larynx) யின் குறுக்கே அமைக்கப்பட்டுள்ள உறுதியானதும், நீண்டு சுருங்கக்கூடிய தன்மையுமுள்ள இரண்டு சவ்வுகள். குரல் பெட்டி கழுத்தின் முன் புறத்தில் சற்று முன் தள்ளப்பட்டிருக்கிறது. ஒருவன் இந்த பிதுக்கத்தின் மேல் விரலை வைத்து உமிழ் நீரை விழுங்கினால், குரல் பெட்டி மேலே சென்று மறுபடியும் தன்னிடத்திற்கு வருவதைப் பார்க்கலாம். குரல் பெட்டியில் அமைந்துள்ள குரல் நாண்களாகிய மெல்லிய சவ்வுகளின் விறைப்பு வித்தியாசப்பட்டு சுவாசிக்கும்பொழுது உள்ளும் வெளியும் செல்லும் வாயு அவைகளை அசைக்கிறது. சாதாரணமாய் விலகியிருக்கும் இந்தச் சவ்வுகள் ஒலி உண்டாகும் சமயத்தில் அவற்றின் விறைப்பு அதிகமாகி, சமீபத்தில் கொண்டுவரப்படுகின்றன. இவை இப்பொழுது இரட்டை நறுக்கு (reeds)கள் போலாகி ஒலியை உண்டாக்குகின்றன.

ஒலிக்கும் கருவி ஒரு விநாடியில் உண்டாக்கும் அசைவுகளின் எண்ணிக்கைக்குத் தக்கபடி ஸ்ருதி ஸ்தாயை வித்தியாசப்படுகிறது. ஒலி அசைவுகளின் எண்ணிக்கை குரல் நாண்களின் விறைப்புக்குத் தக்கவாறு மாறும். குரல் நாண்களின்

விறைப்பு அதிகரித்தால் மேல் ஸ்தாயும், விறைப்பு குறைந்தால் கீழ் ஸ்தாயும் ஏற்படும். பிரதி தொனி சரியாய் உண்டாவதற்குத் தகுந்தபடி குரல்பெட்டியின் அளவு மாறுகிறது.



படம் 50. குரல் நாண்கள்.

A. பாடும்பொழுது; B. சுவாசிக்கும்பொழுது.

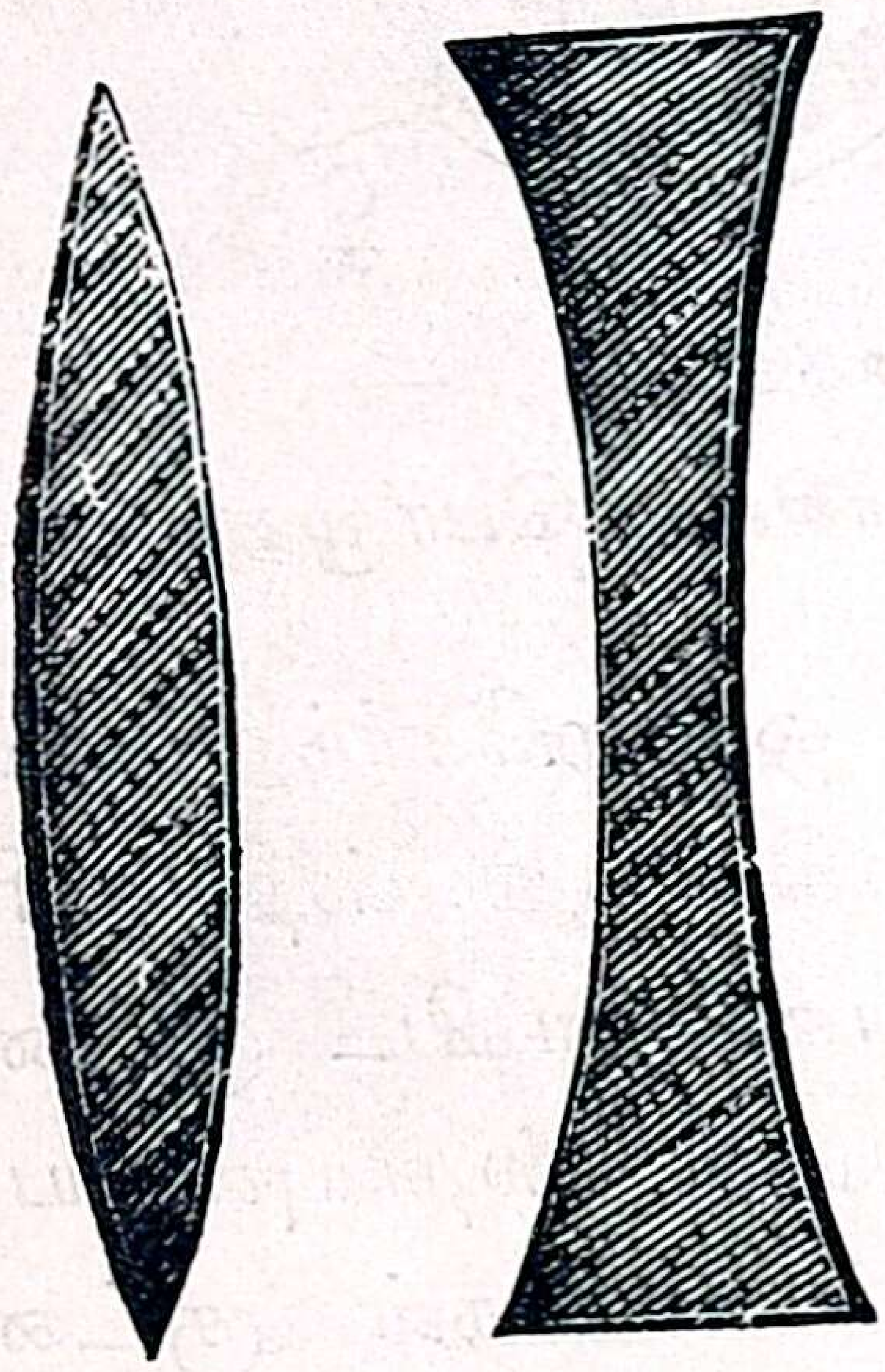
வாய், நாக்கு, பல், மூக்கு இவைகள் ஒன்றுசேர்ந்து வெளி வரும் ஒலி ஸ்வரத்தை தக்கபடி மாற்றுகின்றது. ஸ்திரீகளின் குரல் நாண்கள் புருஷர்களின் குரல் நாண்களைவிட குட்டையாயிருப்பதால், ஸ்திரீகளின் குரல் மேல் ஸ்தாயுடையது. குரல்வளை (larynx) சிறியதாயும், குரல் நாண்கள் குட்டையாயுமிருப்பதால், குழந்தையின் குரல் மேல் ஸ்தாயிலிருக்கிறது.

ஒவ்வொருவரும் நயமாகவும், இனிமையாகவும் உள்ள குரலை அப்பியசிப்பது முக்கியமானது. பாடும்பொழுதும் பேசும்பொழுதும் வாயை நன்ருகத் திறந்து உதடுகளை பூர்ணமாக அசைக்கவேண்டும். வாயின் வழியாய் சுவாசிப்பவர்களின் குரல் நாண்கள் உட்கொள்ளும் வாயுவினுலும், அதிலுள்ள தூசிகளாலும் பாதிக்கப்படுமாகையால் அவர்களுக்கு ஸ்பஷ்டமாயும், இனிப்பாயுமுள்ள குரல் அமைவது கஷ்டம். மூக்கின் துவாரங்கள் சளியினுலாவது, சவ்வுக்களின் வளர்ச்சியினுலாவது கொஞ்சமாகவோ அல்லது பூர்த்தியாகவோ

அடைபடுவதால், மூக்கால் பேசும் சப்தம் ஏற்படுகிறது. ஜல தோஷத்தாலும், அதிகமாக உபயோகப்படுத்துவதாலும் குரல் நாண்கள் வீங்கி தொண்டைக்கம்மலும், அடைப்பும் உண்டாகிறது.

2. லென்ஸுகளும் அவைகளின் உபயோகங்களும்.

லென்ஸ்:—ஒலி ஊடுருவிச் செல்லக்கூடியதும், இரண்டு கோளீய பரப்புகளுள்ளதுமான சாதனத்திற்கு லென்ஸ் என்று பெயர். லென்ஸுகள் குவிந்த (convex) அதாவது குவிந்தரேகா (converging) லென்ஸ் என்றும், கவிந்த (concave) அதாவது விரிந்த ரேகா (diverging) லென்ஸ் என்றும் இருவகைப்படும். குவிந்த லென்ஸுகள் (படம் 51-i.) மத்தியில் தடிப்பாகவும், நுனிமெல்லியதாயுமிருக்கும். கவிந்த லென்ஸுகள் (படம் 51-ii.) மத்தியில் மெல்லியதாயும் நுனியில் தடிப்பாகவுமிருக்கும். சில லென்ஸுகள் ஒரு புறம் மட்டமாயும், மற்றொருபுறம் கவிந்தாவது அல்லது குவிந்தாவது இருக்கும். ஒரு பக்கம் குவிந்தும், மற்றொரு பக்கம் கவிந்திருப்பதுவுமுண்டு. சாதாரணமாய் இருபக்கமும் கவிந்தோ அல்லது குவிந்தோ இருக்கும் லென்ஸுகளைத்தான் உபயோகிக்கிறோம்.



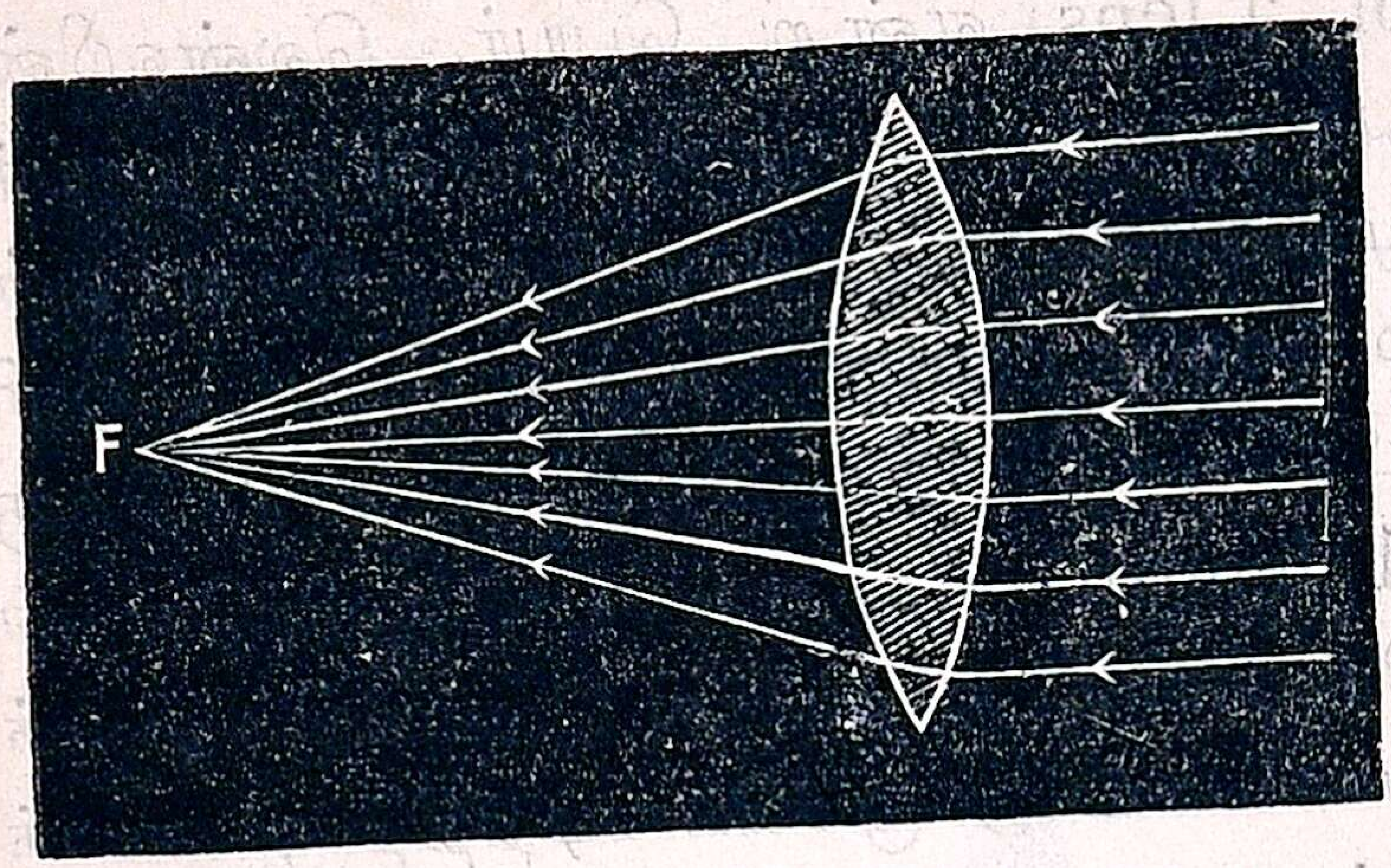
படம் 51.

i. ii.

i. குவிந்தலென்ஸ்.

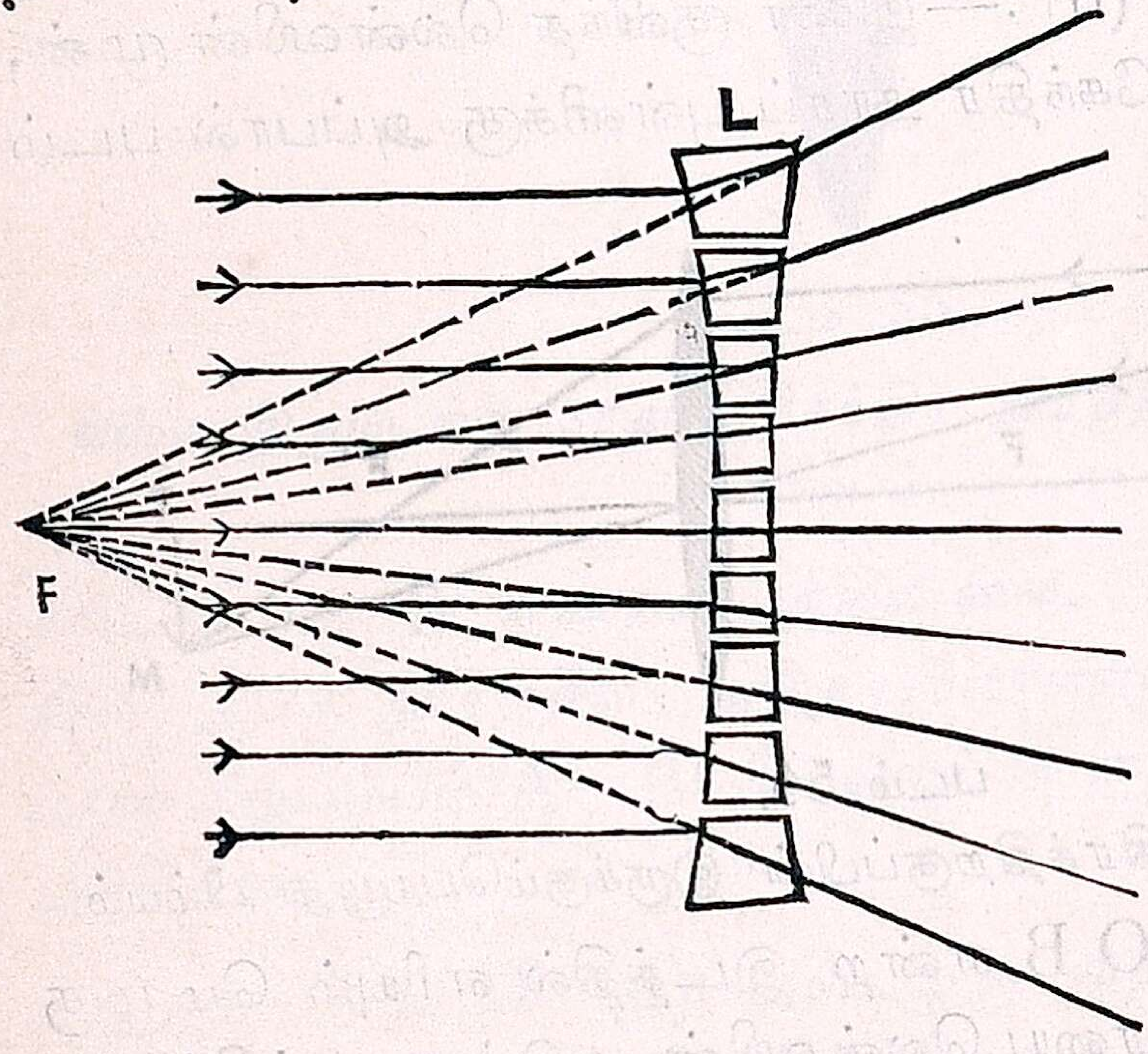
ii. கவிந்தலென்ஸ்.

ப-சோ. 19 (a) :—சூரிய கிரணங்களை லென்ஸின்பேரில் விழும்படிச் செய். சமாந்தர ரேகைகள் லென்ஸில் வக்ரபாவமடைந்து குவிந்த லென்ஸில் (படம் 52) கிரணங்கள் குவிந்து



படம் 52. இணைகுவிந்த லென்ஸின் பிரதான கேந்திரம்.

F என்றபுள்ளியில் சேருகின்றன. கவிந்த லென்ஸில் (படம் 53) அவை விரிவடைந்து கிரணங்கள் லென்ஸில் விழும் திசைக்கு எதிராக நோக்கும்பொழுது F என்னும் புள்ளியிலிருந்து வருவதாகத் தோன்றும். இந்த புள்ளிகளுக்கு பிரதான கேந்திரம் (focus) என்று பெயர். குவிந்த லென்ஸின் பிரதான கேந்திரத்திற்கு நிஜகேந்திரம் (real focus) என்றும், கவிந்த லென்ஸின் பிரதான கேந்திரத்திற்கு மாய கேந்திரம் (virtual focus) என்றும் பெயர். சூரிய கிரணங்கள் விழும் திசை எதிராகுமாயின் பிரதான கேந்திரம் முன் கண்டு பிடித்த பக்கத்திற்கு எதிர்ப்புறமிருக்கும். இந்த இரண்டு பிரதான கேந்திரங்களின் வழியாய்ச் செல்லும் கோட்டிற்கு முக்கியாக்ஷம்

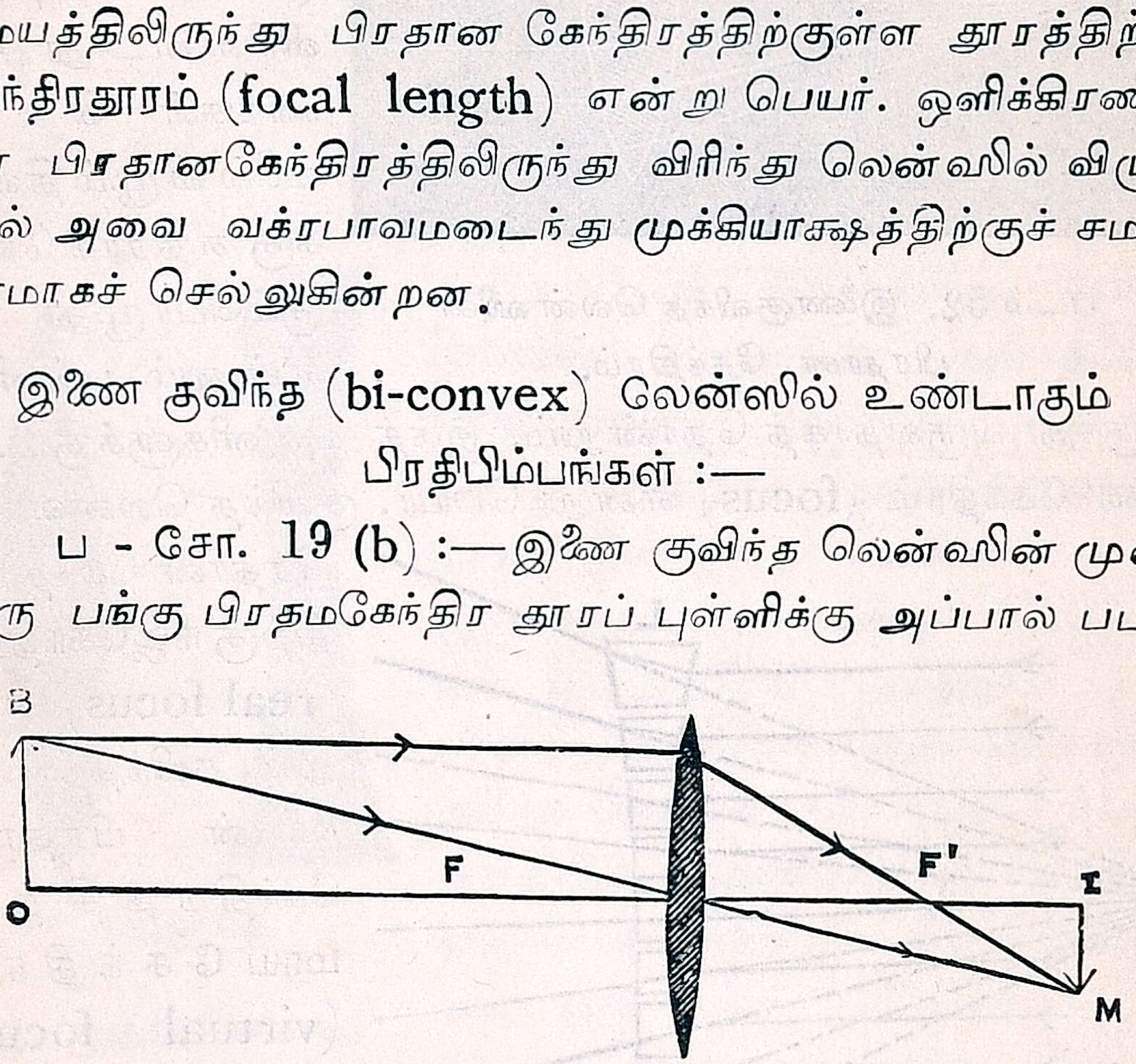


படம் 53. இணை கவிந்த லென்ஸின் பிரதான கேந்திரம்.

(principal axis of a lens) என்று பெயர். லென்ஸின் இரண்டு கோளீய பரப்புகளும் சேரும் விளிம்பின் வழியாய்ச் செல்லும் பரப்பு முக்கியாக்ஷத்தை வெட்டும். இந்தப் புள்ளிக்கு ஒளிமையம் (optic centre) என்று பெயர். ஒளிமையத்திலிருந்து பிரதான கேந்திரத்திற்குள்ள தூரத்திற்கு கேந்திரதூரம் (focal length) என்று பெயர். ஒளிக்கிரணங்கள் பிரதானகேந்திரத்திலிருந்து விரிந்து லென்ஸில் விழுந்தால் அவை வக்ரபாவமடைந்து முக்கியாக்ஷத்திற்குச் சமாந்தரமாகச் செல்லுகின்றன.

இணை குவிந்த (bi-convex) லென்ஸில் உண்டாகும் பிரதிபிம்பங்கள் :—

ப - சோ. 19 (b) :—இணை குவிந்த லென்ஸின் முன், இரு பங்கு பிரதமகேந்திர தூரப் புள்ளிக்கு அப்பால் படம்



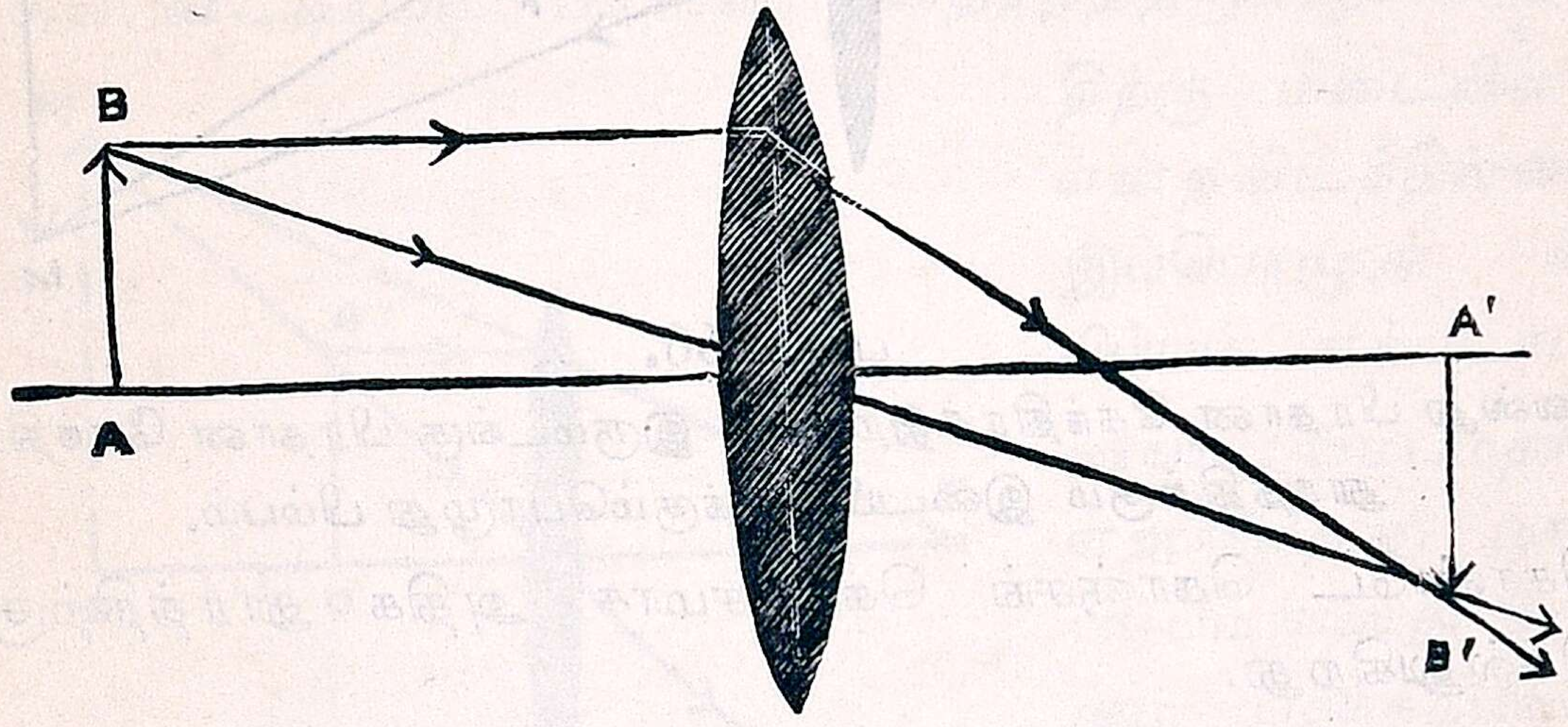
படம் 54.

வஸ்து பிரதான கேந்திரத்திற்குப்பின் இருக்கும்பொழுது பிம்பம்.

54-ல் காட்டியபடி O B என்ற இடத்தில் எரியும் மெழுகு வத்தியை வை. திரையை லென்ஸின் அடுத்த புறத்தில் பிரதான கேந்திரத்திற்கும் இரண்டு மடங்கு பிரதான கேந்திர தூரத்திலுள்ள புள்ளிக்குமிடையில் முன்னும் பின்னுமாகத் தள்ளி தெளிவான பிம்பம் ஏற்படுமிடத்தில் வை. நிஜபிம்பம் I என்ற விடத்தில் தலை கீழாயும், சிறியதாயும் விழுகின்றது.

மெழுகுவத்தி இருபங்கு பிரதான கேந்திர புள்ளியின் சமீபம் வரவர பிரதிபிம்பமும் பெரியதாகிக்கொண்டே வஸ்துவின் சமீபமாக நெருங்குகிறதைக் கவனி.

ப-சோ. 19 (c):—A B என்னும் எரியும் மெழுகு வத்தியை ஒரு பங்கு பிரதான கேந்திரதூரத்தில் படம் 55ல்



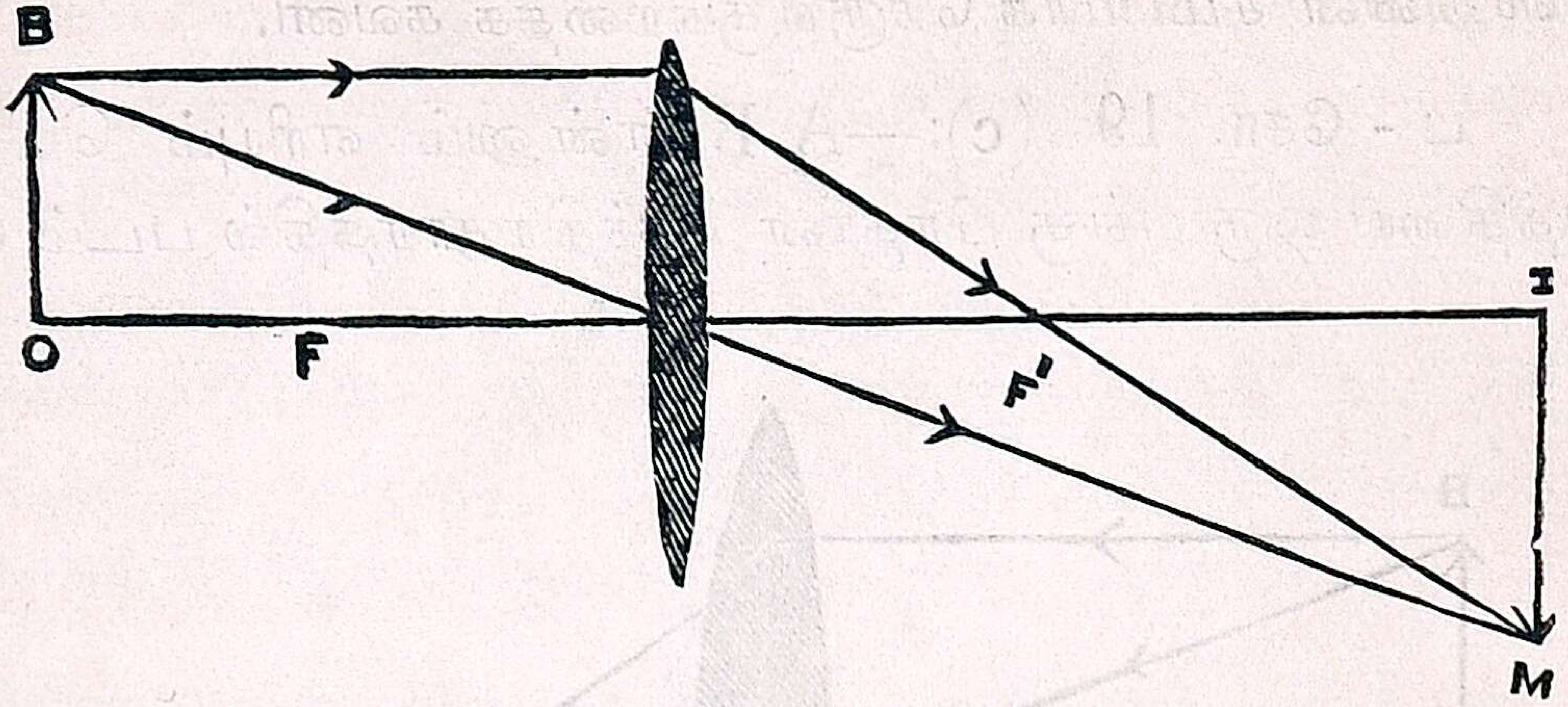
படம் 55.

வஸ்து இருமடங்கு பிரதானகேந்திர தூரத்திலிருக்கும்பொழுது பிம்பம்.

காட்டியபடி A என்றவிடத்தில் வை. இப்பொழுது திரையில் அதே தூரத்தில் அதே பரிமாணமும், தலை கீழானதுமான நிஜபிம்பம் A^1 B^1 லென்ஸின் எதிர்ப் பக்கத்தில் ஏற்படுகிறது.

ப-சோ. 19 (d):—மெழுகு வத்தியை படம் 56-ல் காட்டியபடி பிரதான கேந்திரத்திற்கும் இருமடங்கு பிரதான கேந்திர தூரத்திலுள்ள புள்ளிக்குமிடையில் O என்ற புள்ளியில் வை. நிஜபிம்பம் பெரியதாயும், தலைகீழாகவும் லென்ஸின் எதிர்ப்புறத்தில் இருபங்கு பிரதான கேந்திர தூரத்திற்கப்பால் விழுவதைக் கவனி. மெழுகுவத்தியை

கொஞ்சங் கொஞ்சமாக பிரதான கேந்திரத்திற்கு வரும் வரையில் நகர்த்திக்கொண்டேவந்தால் பிம்பமும் பெரிதாகிக்

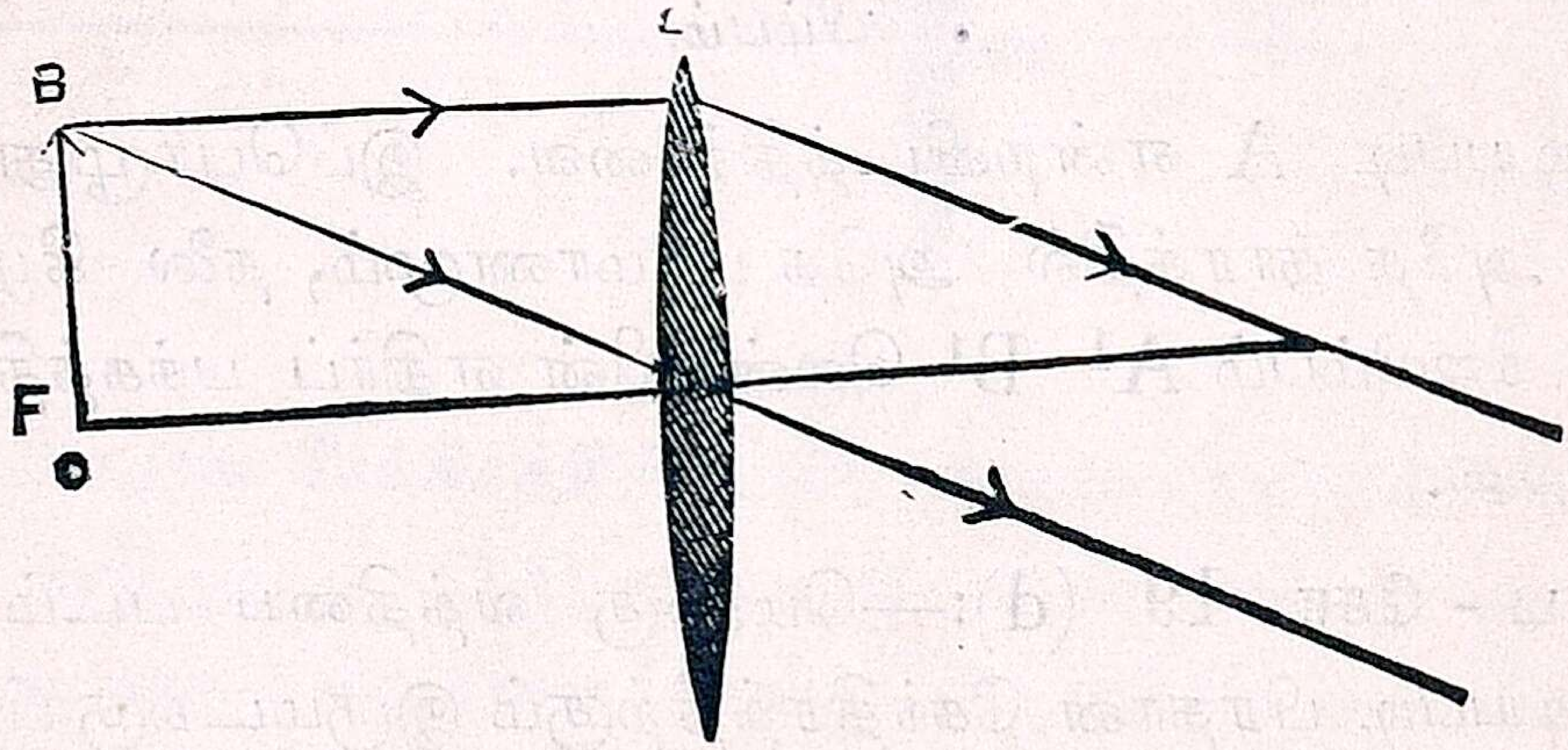


படம் 56.

வஸ்து பிரதான கேந்திரத்திற்கும், இருமடங்கு பிரதான கேந்திர தூரத்திற்கும் இடையிலிருக்கும்பொழுது பிம்பம்.

கொண்டே கொஞ்சங் கொஞ்சமாக அதிக தூரத்திற்குச் செல்லுகிறது.

ப-சோ. 19 (e):—மெழுகுவத்தியை படம் 57-ல் காட்டிய F என்னும் பிரதம கேந்திரப் புள்ளியண்டை வை.



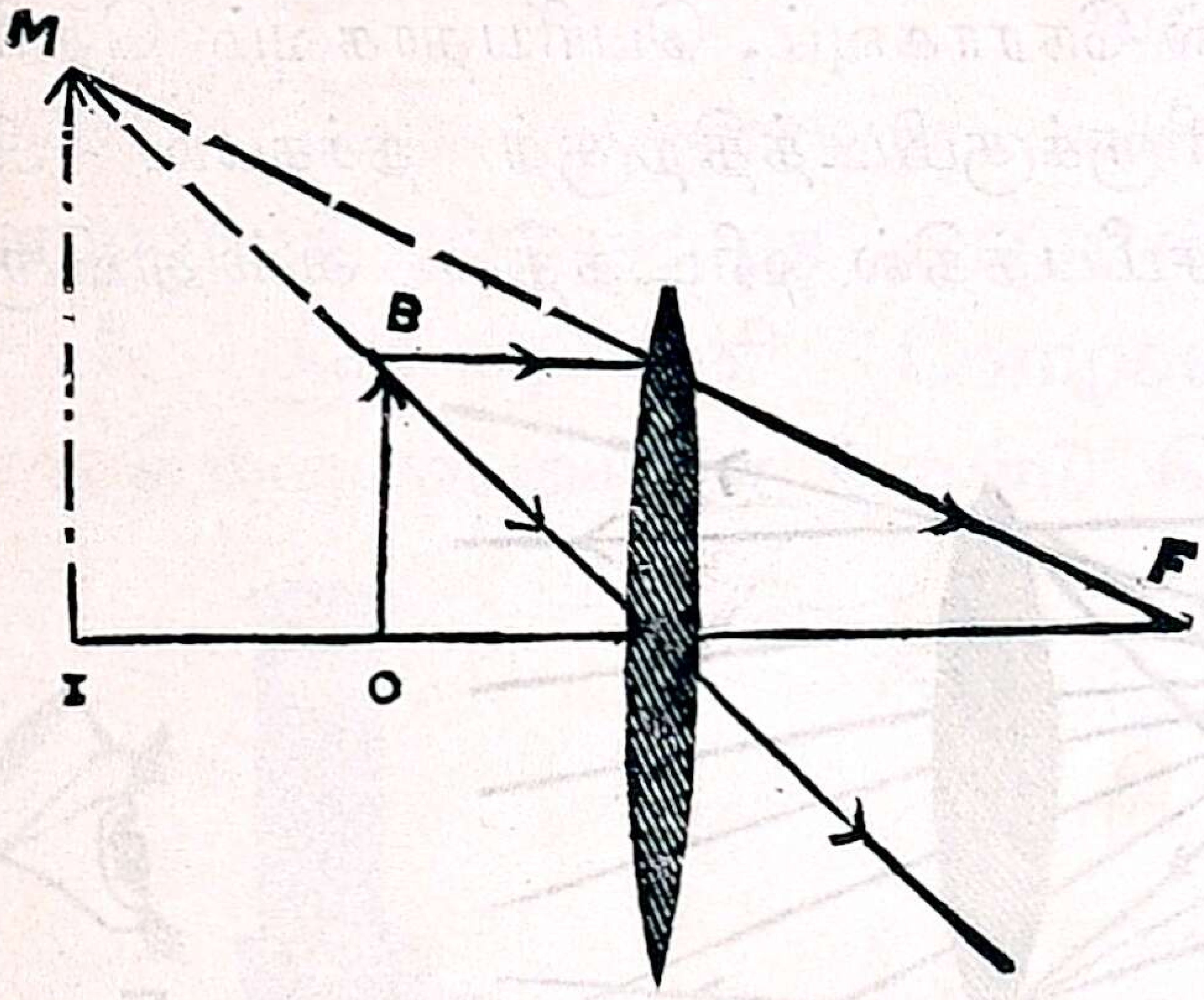
படம் 57.

வஸ்து பிரதான கேந்திரத்திலிருக்கும்பொழுது பிம்பம்.

கிரணங்கள் வக்ரபாவமடைந்த பிறகு முக்கியாக்ஷத்திற்கு சமாந்தரமாகச் செல்லுவதால் அவை எல்லையில்லாத தூரத்

தில் பிரதிபிம்பத்தை உண்டாக்குகின்றன. ஆகையால் சமீபத்திலுள்ள திரையில் வெளிச்சப் பரப்புதான் தெரிகிறது. இது பரிசோதனை 19 (a)ல் ஏற்படுவதற்கு எதிரானது. மேற் செய்த பரிசோதனைகளில் ஏற்படும் பிம்பங்கள் நிஜபிம்பங்கள். அவை தலைகீழாக இருக்கின்றன.

ப - சோ. 19 (f) :—எரியும் மெழுகு வத்தியை படம் 58.ல் காட்டியபடி பிரதான கேந்திரத்திற்கும் ஒளிமையத் திற்கு மிடையில் O என்றவிடத்தில் வை. இப்பொழுது நிஜ பிம்பம் ஏற்படாமல் மாயா பிம்பம்தான் ஏற்படுகிறது. மாயா பிம்பம் வஸ்து இருக் கும் பக்கத்திலேயே பெரிதாயும் நேராயும் வஸ்து விற்குப் பின் னால் I என்ற விடத் தில் ஏற்படுவதால்,



படம் 58. வஸ்து பிரதான கேந்திரத்திற் கும் ஒளி மையத்திற்கும் இடையி லிருக்கும்பொழுது பிம்பம்.

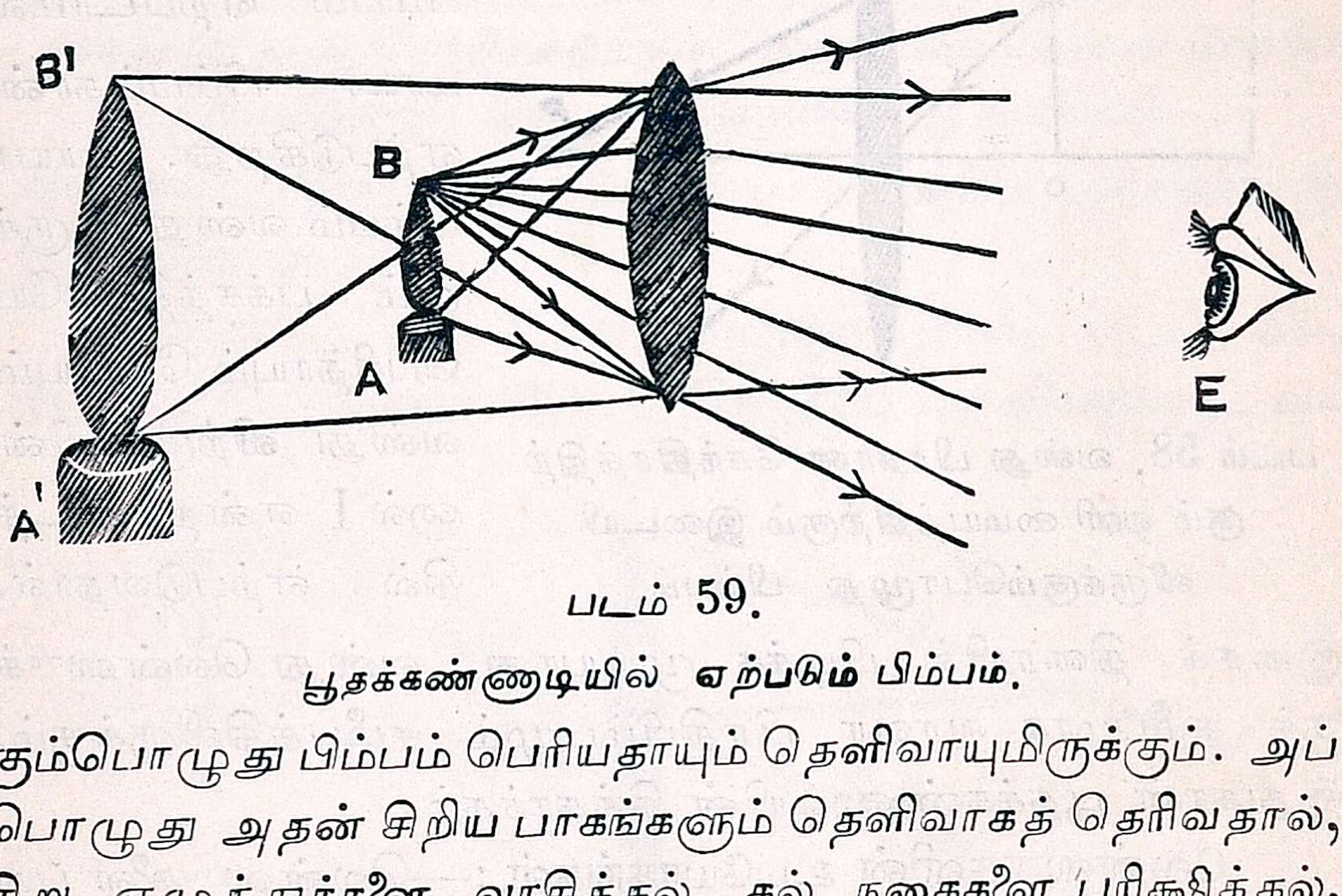
இதைத் திரையில் பிடிக்க முடியாது. வஸ்து லென்ஸுக் குச் சமீபமாக வரவர பிரதிபிம்பமும் சமீபத்திலிருக்கும். இதுதான் பூதக்கண்ணாடியின் சித்தாந்தம்.

லென்ஸுகளின் உபயோகங்கள் :—லென்ஸுகளை பல வழிகளில் நாம் உபயோகிக்கிறோம். கருவிகளில் இவைகளை தனித்தாவது, பல லென்ஸுகளுடனாவது உபயோகிக்கி றோம்.

1. பற்றவைக்கும் கண்ணாடி (Burning glass):— சூரியகிரணங்கள் குவிந்த லென்ஸில் வக்ரபாவமடைந்து

பிரதான கேந்திரத்திலிருக்கும் பஞ்சு, காகிதம், பாஸ்வரஸ் முதலிய வஸ்துக்களை பற்றவைக்கக்கூடியதால் இந்த லென்ஸிற்கு பற்றவைக்கும் கண்ணாடி என்றும் பெயர்.

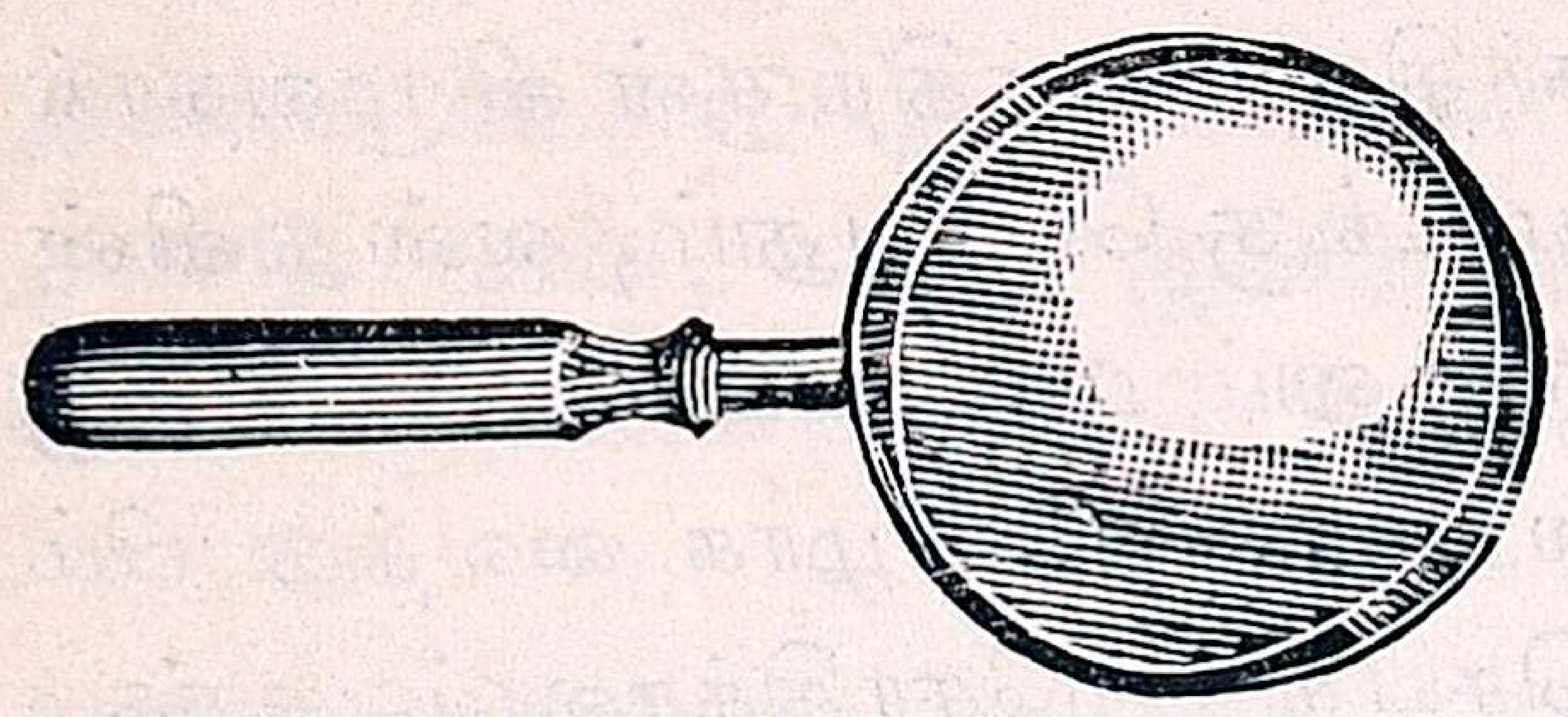
2. பூதக்கண்ணாடி (Simple Microscope):—லென்ஸின் ஒளி மையத்திற்கும் பிரதான கேந்திரத்திற்குமிடையிலிருக்கும் எரியும் வத்தி A Bயை லென்ஸ் வழியாகப் பார்த்தால் வஸ்துவின் மாயாபிம்பம் A^1B^1 படம் 59-ல் காட்டியபடி, அதே பக்கத்தில் பின்னால் நேராகவும், பெரியதாகவும் தெரிகிறது. பார்ப்பவன் கண்ணிருக்குமிடத்திற்குத் தக்கபடி பிரதான கேந்திரத்திற்குச் சமீபத்தில் ஓரிடத்தில் வஸ்துவிருக்



படம் 59.

பூதக்கண்ணாடியில் ஏற்படும் பிம்பம்.

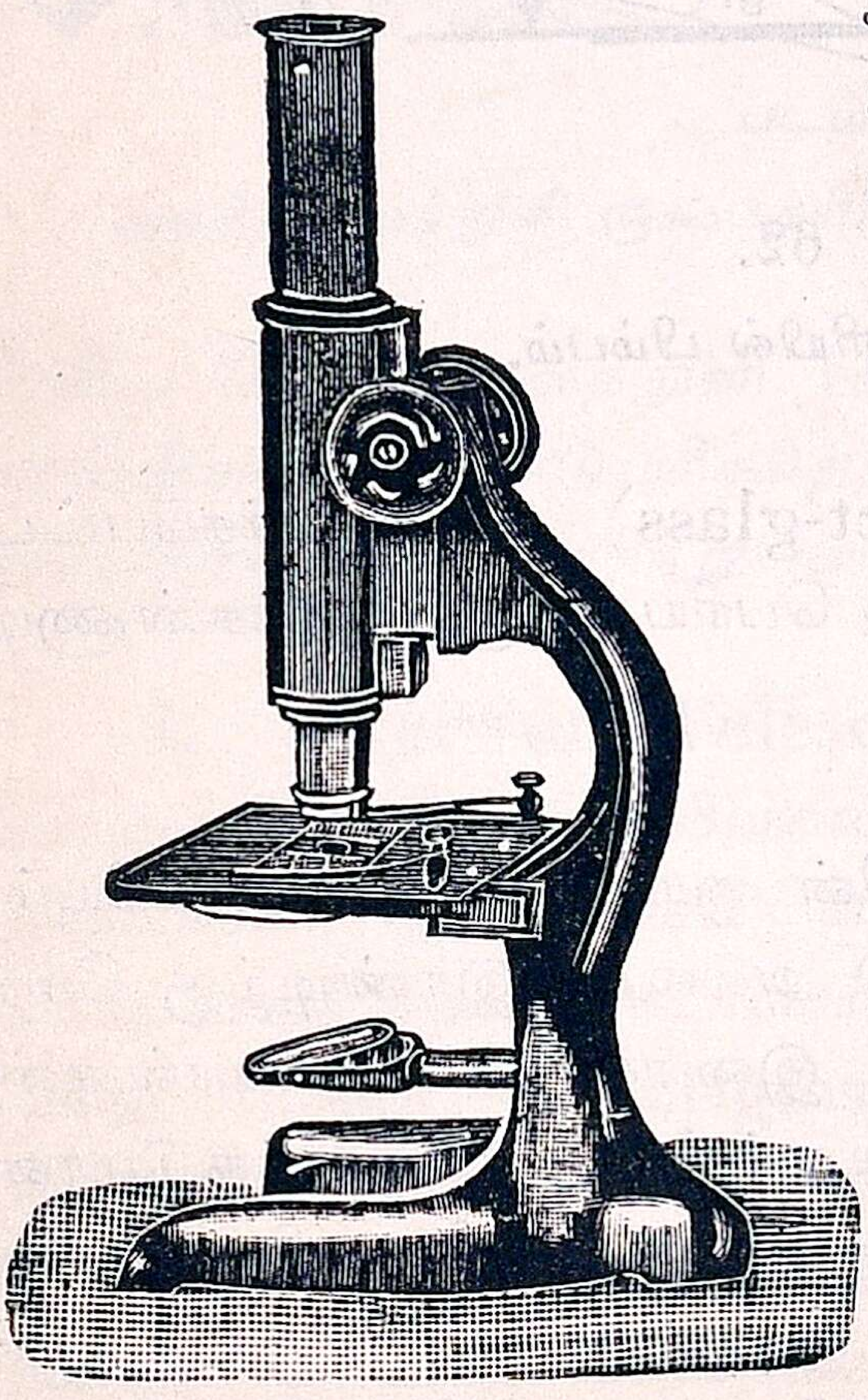
கும்பொழுது பிம்பம் பெரியதாயும் தெளிவாயுமிருக்கும். அப்பொழுது அதன் சிறிய பாகங்களும் தெளிவாகத் தெரிவதால், சிறு எழுத்துக்களை வாசித்தல், கல் நகைகளை பரிக்ஷித்தல், கடிகாரத்தின் சிறு சாமான்களை சரிவர பரிசோதனை செய்தல், கள்ளப்பத்திர எழுத்துக்களை கண்டு பிடித்தல் முதலியவைகளுக்கு இதை உபயோகிக்கிறார்கள். இதற்கு பூதக்கண்ணாடி என்று பெயர். அப்படி உபயோகமாவதற்கு படம் 60ல் காட்டியபடி பிடியுடன் அது செய்யப்படுகிறது. இதை வயது



படம் 60.
வாசிக்க உபயோகமாகும் பூதக்கண்ணுடி.

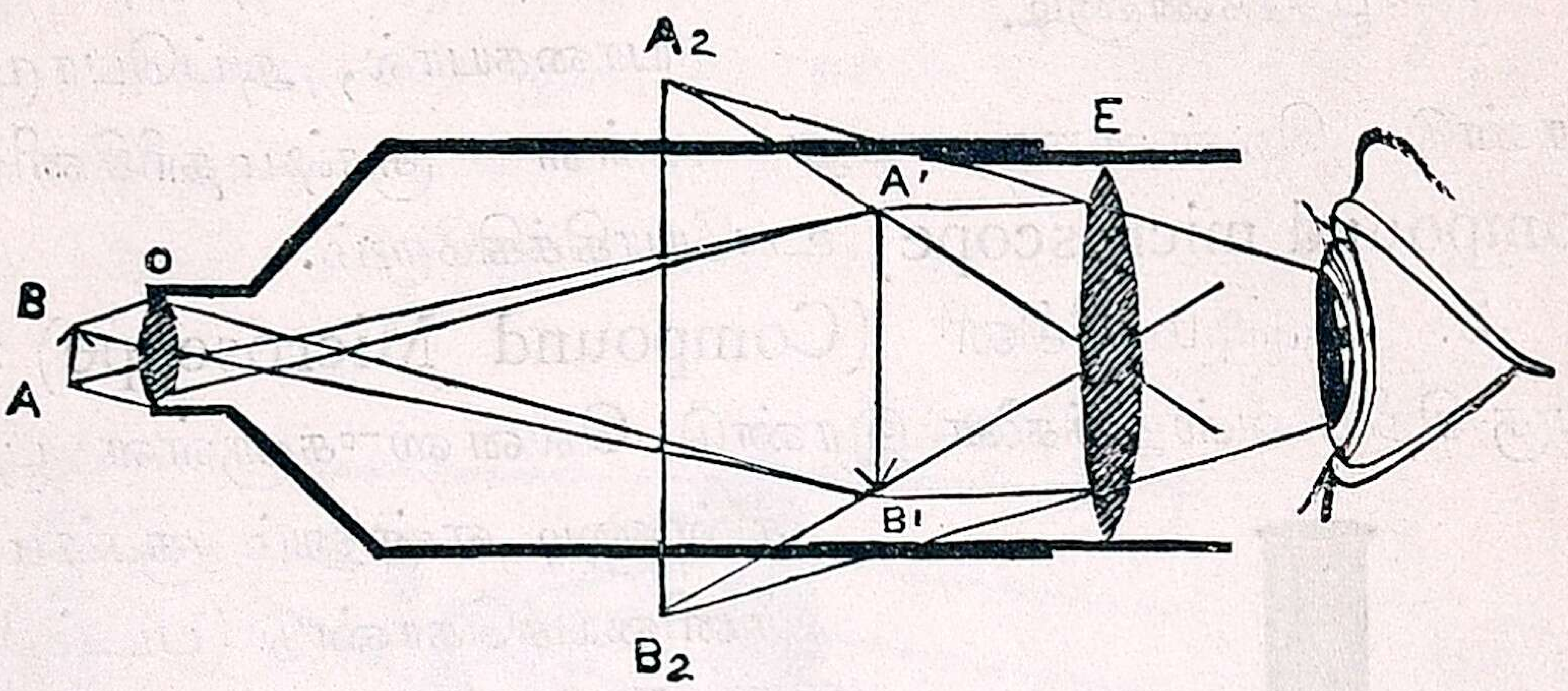
சென்றவர்கள் வாசிப்பதற்கு உபயோகிக்கிறார்கள். வெகு சிறு வஸ்துக்களின் சூக்ஷ்ம பாகங்களைத் தெரிந்துகொள்ளுவதற்குப் போதுமான அளவு இது பெரிதாக்கக்கூடியதில்லையாகையால், அப்பொழுது இரண்டு லென்ஸுகளாவது உள்ள சூக்ஷ்மதரிசினியை (compound microscope) உபயோகிக்கிறோம்.

3. சூக்ஷ்மதரிசினி (Compound Microscope) :—வெகு சிறிய வஸ்துக்களை இரண்டு லென்ஸுகளுள்ள பூதக்கண்ணுடி என்னும் சூக்ஷ்மதரிசினியைக்கொண்டு (படம் 61) பெரியதாக்கி அவைகளின் நுட்பமான பாகங்களையும் பரிசோதிக்கலாம். படம் 62ல் காட்டியிருக்கும் சூக்ஷ்மதரிசினியில் சூக்ஷ்மவஸ்து நோக்கி (object glass) யாகிய O என்பது குறுகிய கேந்திர தூரமுள்ள லென்ஸ். இதன் பிரதான கேந்திரத்திற்குச் சற்று பின்னுல் BA என்னும் வஸ்து வைக்கப்பட்டிருப்பதால், அதன் நிஜபிம்பம் A^1B^1 தலைகீழாகவும், பெரியதாகவும் உண்டாகிறது. இந்த பிம்பம் E என்னும் உபநேத்திர கண்டத்



படம் 61.
சூக்ஷ்மதரிசினி.

(eye-piece)தின் பிரதானகேந்திர தூரத்திற்குள் விழுவதால் படம் 59-ல் காட்டியபடி பலமடங்கு பெரியதும், வஸ்துவின் தலை கீழானதுமான A_2B_2 என்னும் மாயாபிம்பம் A^1B^1க்கு பின்னால் உண்டாகிறது. வஸ்துவை தலைகீழாக வைத்து பிம்பம் நேராக உண்டாகும்படிச்செய்து பரிசோதிக்கலாம். சூக்ஷ்ம தரிசினியின் உபநேத்திர லென்ஸானது (eye-lens) சூக்ஷ்ம



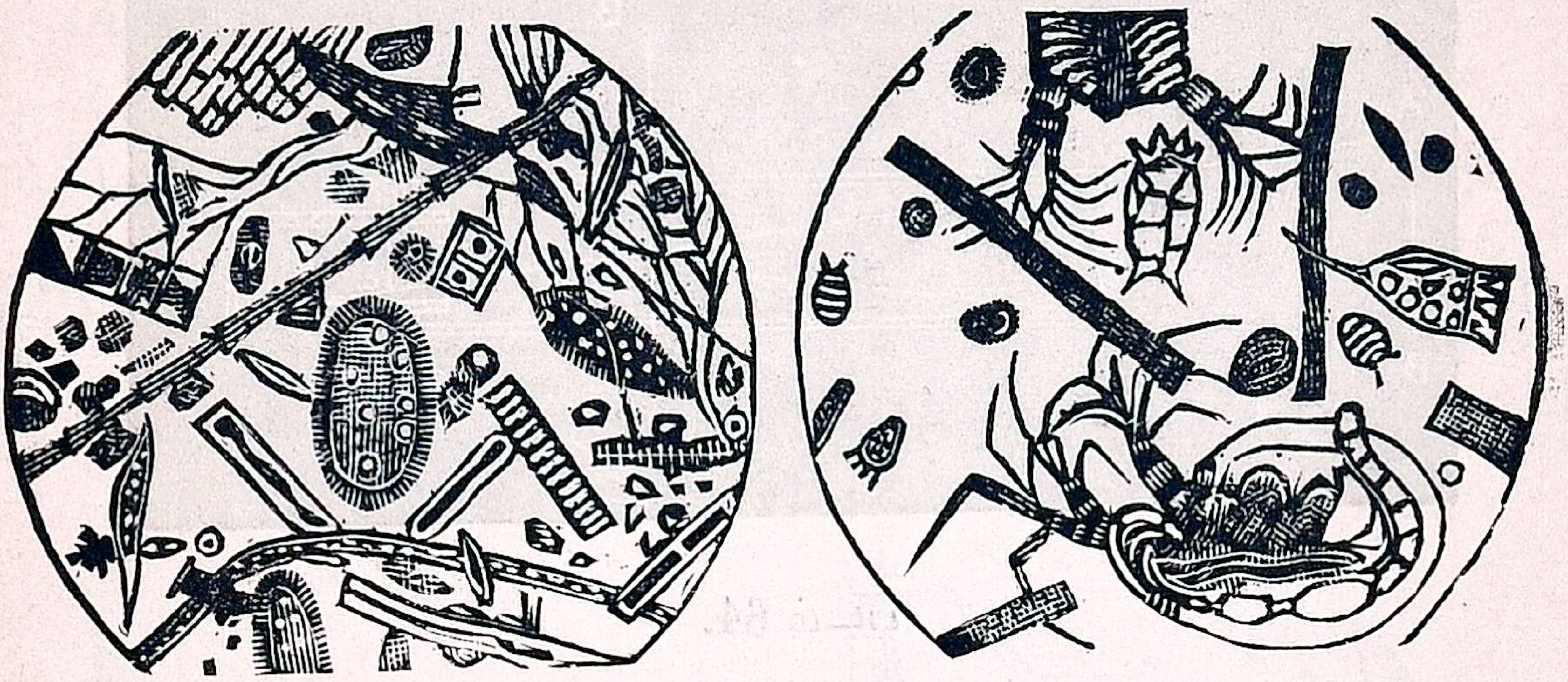
படம் 62.

சூக்ஷ்மதரிசினியில் பிம்பம்.

வஸ்து நோக்கியால் (object-glass) உண்டாக்கப்பட்ட பெரிய நிஜபிம்பமாகிய A^1B^1ஐ பெரியதாக்கும் பூதக்கண்ணாடி தான்.

சிறந்த சூக்ஷ்மதரிசினிகளின் சூக்ஷ்மவஸ்து நோக்கியும், உபநேத்திரகண்டமும் இரண்டு அல்லது இரண்டிற்கு மேற்பட்ட லென்ஸுகளுடையன. இவைகளின் உதவியால் கண்ணிற்குப் புலப்படாத சிறிய வஸ்துக்களையும் பார்க்கக்கூடுமானதால், பிராணி, தாவர சம்பந்தமான அரிய விஷயங்களை இவைகளைக்கொண்டு சாஸ்திர நிபுணர்கள் கண்டு பிடித்திருக்கிறார்கள். சூக்ஷ்மதரிசினியைக்கொண்டு பரிசோதிக்கும் வஸ்

துக்கள் நமக்கு ஆச்சரியத்தை உண்டாக்குகின்றன. ஒரு துண்டு மயிர், பட்டு இழை, ஈயின் இறக்கை, தேனீயின் கொடுக்கு, வண்ணாத்திப் பூச்சியின் இறகிலுள்ள செதிள்,



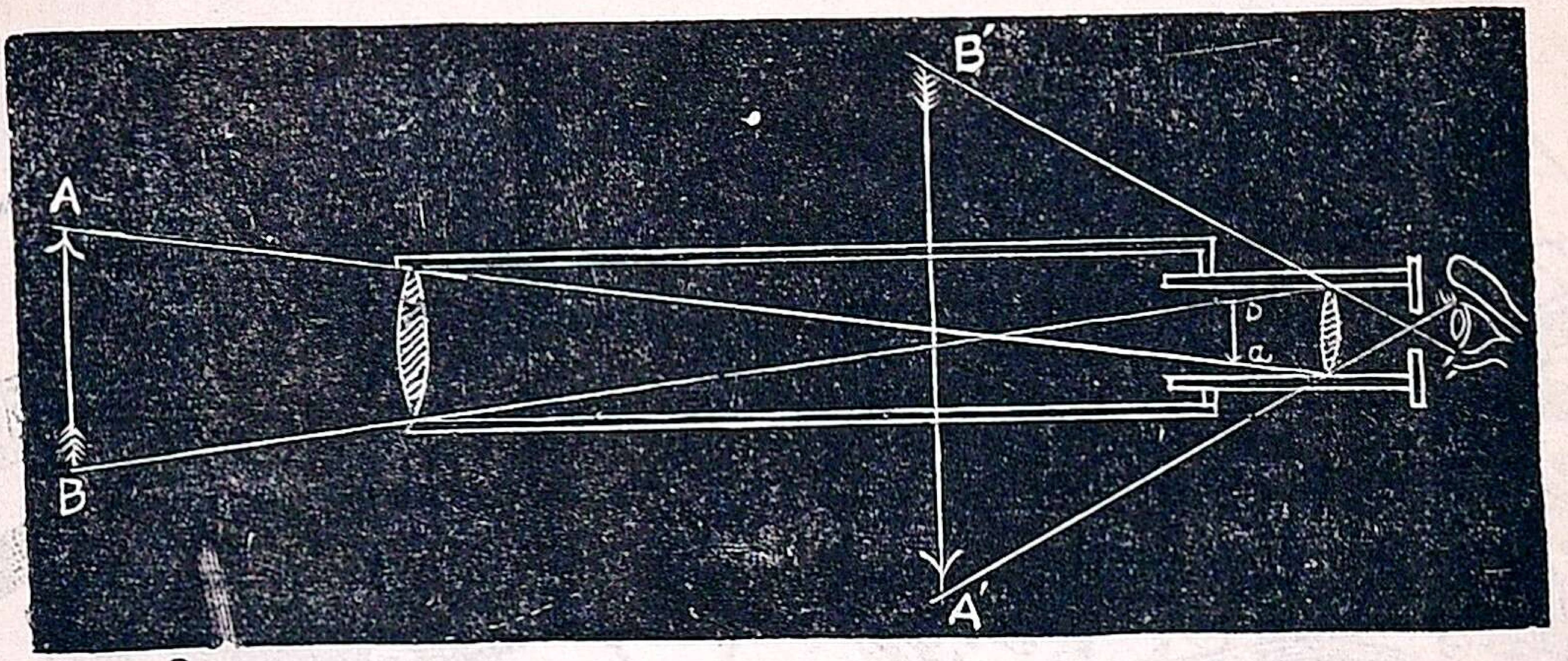
படம் 63.

அசுத்த ஜலத்துளி சூக்ஷ்மதரிசினியால் பெரிதாக்கப்படுதல்.

மீனின் செதிள், ஜலத்துளி (படம் 63) இவைகளை சூக்ஷ்ம தரிசினியைக்கொண்டு பரிக்ஷித்தால் இயற்கையிலுள்ள அநேக விசித்திரங்களைத் தெரிந்துகொள்ளலாம்.

4. தூரதரிசினி (Telescope):—வெகு தூரத்திலுள்ள வஸ்துக்களை நாம் தெளிவாகப் பார்க்கமுடியாது. ஆனால் அவைகளை தூரதரிசினி என்னும் கருவியைக்கொண்டு பெரியதாக்கி தெளிவாகப் பார்க்கலாம். இக்கருவியிலும் தூர வஸ்து நோக்கி (object-glass), உபநேத்ரகண்டம் (eye-piece) என்னும் இரண்டு லென்ஸுகளிருக்கின்றன. படம் 64ல் காட்டியபடி வெகு தூரத்திலுள்ள AB என்னும் வஸ்துவிலிருந்து வரும் கிரணங்கள் தூரவஸ்து நோக்கியின் வழியாய்ச் செல்லும்பொழுது, வக்ரபாவமடைந்து ba என்னும்

சிறியதும், தலை கீழானதுமான நிஜபிம்பத்தை தூரவஸ்து நோக்கியின் பிரதான கேந்திரத்திற்குச் சற்று அப்பால் உண்



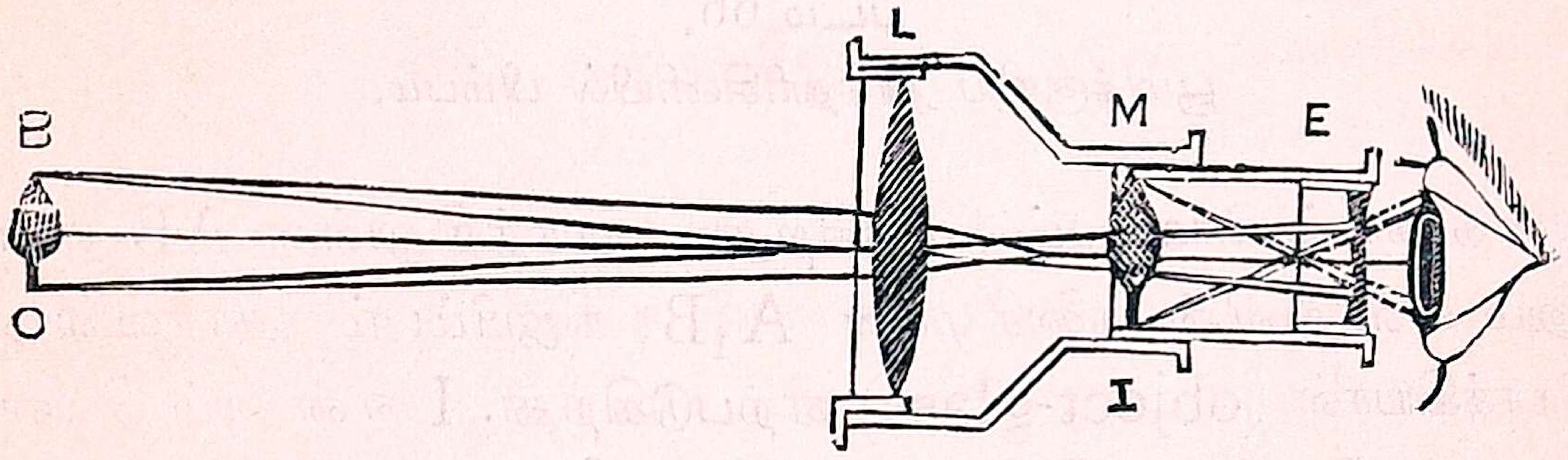
படம் 64.

வான தூரதரிசினியில் பிம்பம்.

டாக்குகின்றன. இந்த பிம்பம் உபநேத்திர கண்டத்திற்கும் அதன் பிரதான கேந்திரத்திற்கும் இடையில் விழுவதால், உபநேத்திரகண்டத்தின் வழியாய்ப் பார்க்கும்பொழுது பூதக் கண்ணுடியில் உண்டாவதுபோல் B^1A^1 என்னும் நிஜபிம்பத்தைவிட பலமடங்கு பெரிய மாய பிம்பம் baக்குப் பின்னல் தெரிகிறது. இப்படித் தெரியும் பிம்பம் தலை கீழாயும், வல இடமாக மாற்றப்பட்டுமிருந்த போதிலும் கோள உருவமுள்ள சூரியன், சந்திரன், நக்ஷத்திரங்கள் முதலியவைகளைப் பார்ப்பதில் யாதொரு அசௌகரியமும் ஏற்படுவதில்லை. ஆகையால் இதற்கு வான தூரதரிசினி (astronomical telescope) என்று பெயர். ஆனல் பூமியின் மேலுள்ள வஸ்துக்களை இக்கருவியைக்கொண்டு பார்க்கும் பொழுது அவைகளின் பிம்பம் தலைகீழாகத் தோன்றுமாதலால் அசௌகரியம் ஏற்படும். இதை பின் கூறியபடி இரண்டு

வகைகளால் நிவர்த்தி செய்யலாம்:—(a) கலிலியோ கண்டு பிடித்த தூரதரிசினி, (b) தூரவஸ்து நோக்கியால் ஏற்படும் தலைகீழான நிஜபிம்பத்தை ஒன்று அல்லது இரண்டு வேறு குவிந்த லென்ஸுகளை உபயோகப்படுத்தி நேர் பிம்பமாக்கப் பட்ட பூமிக்குரிய தூரதரிசினி (terrestrial telescope).

(a) கலிலியோ தூரதரிசினி (Galileo's Telescope) :- படம் 65ல் காட்டியிருப்பது கலிலியோ தூரதரிசினி. இதில் வெகு தூரத்திலுள்ள BO என்னும் வஸ்துவிலிருந்து வரும் கிரணங்கள் L என்னும் தூரவஸ்து நோக்கியின் வழியாய்ச்

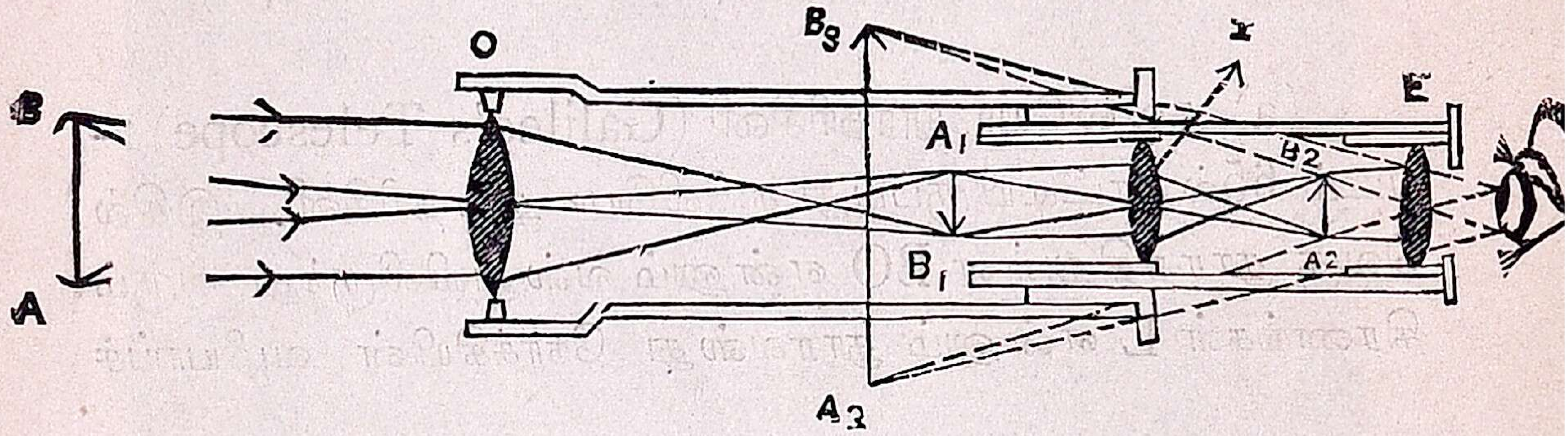


படம். 65.
கலிலியோ தூரதரிசினியில் பிம்பம்.

செல்லும்பொழுது வக்ரபாவமடைந்து L லென்ஸின் பிரதான கேந்திரத்திற்குச் சற்று பின்னால் பிம்பம் ஏற்படுவதற்கு முன்பே உபநேத்திரகண்டமாகிய E என்னும் இணைகவிந்த லென்ஸை மேற்சொன்ன பிம்பம் ஏற்படுமிடம் இதன் பிரதான கேந்திரத்திலிருக்கும்படி வைப்பதால், கிரணங்கள் E என்னும் வழியாய்ச் செல்லும்பொழுது விரிவடைந்து, கண்ணிற்கு நேர் உருவமானதும் பெரியதுமான MI என்னும் மாயாபிம்பத்திலிருந்து வருவதுபோல் தோன்றுகின்றன. கலிலியோ தூரதரிசினி குட்டையாயிருப்பதால் இதை ஓரி

டத்திலிருந்து மற்றொரு இடத்திற்குச் சுலபமாக எடுத்துச் செல்லலாம்.

(b) பூமிக்குரிய தூரதரிசினி (Terrestrial Telescope): படம் 66-ல் பூமிக்குரிய தூரதரிசினியில் பிம்பங்கள் ஏற்படு



படம் 66.

பூமிக்குரிய தூரதரிசினியில் பிம்பம்.

வதை காண்பிக்கப்பட்டிருக்கிறது. தூரத்திலுள்ள AB என்னும் வஸ்துவின் தலைகீழான A_1B_1 நிஜபிம்பம் தூரவஸ்து நோக்கியால் (object-glass) ஏற்படுகிறது. I என்னும் லென்ஸை A_1B_1 பிம்பத்திலிருந்து லென்ஸின் இருபங்கு பிரதான கேந்திர தூரத்திலிருக்கும்படி வைத்தால், லென்ஸுக்கு அடுத்த புறத்தில் அதே தூரத்தில் B_2A_2 என்னும் நேரான நிஜபிம்பம் உபநேத்திர கண்டமாகிய E என்னும் லென்ஸிலிருந்து பிரதான கேந்திரத்திற்கும் சமீபத்தில் ஏற்படுகிறது. E என்னும் லென்ஸ் பூதக்கண்ணுடியைப்போல் B_2A_2 வை, B_3A_3யைப்போல் பெரியதாகத் தோன்றச் செய்கிறது. E லென்ஸின் வழியாகப் பார்க்கும் கண்ணிற்கு B_3A_3 என்னும் மாயா பிம்பம் நேராகவும் பெரியதாகவும் தோன்றுகிறது.

3. ஒளிப்பட தீபம் (Optical Lantern).

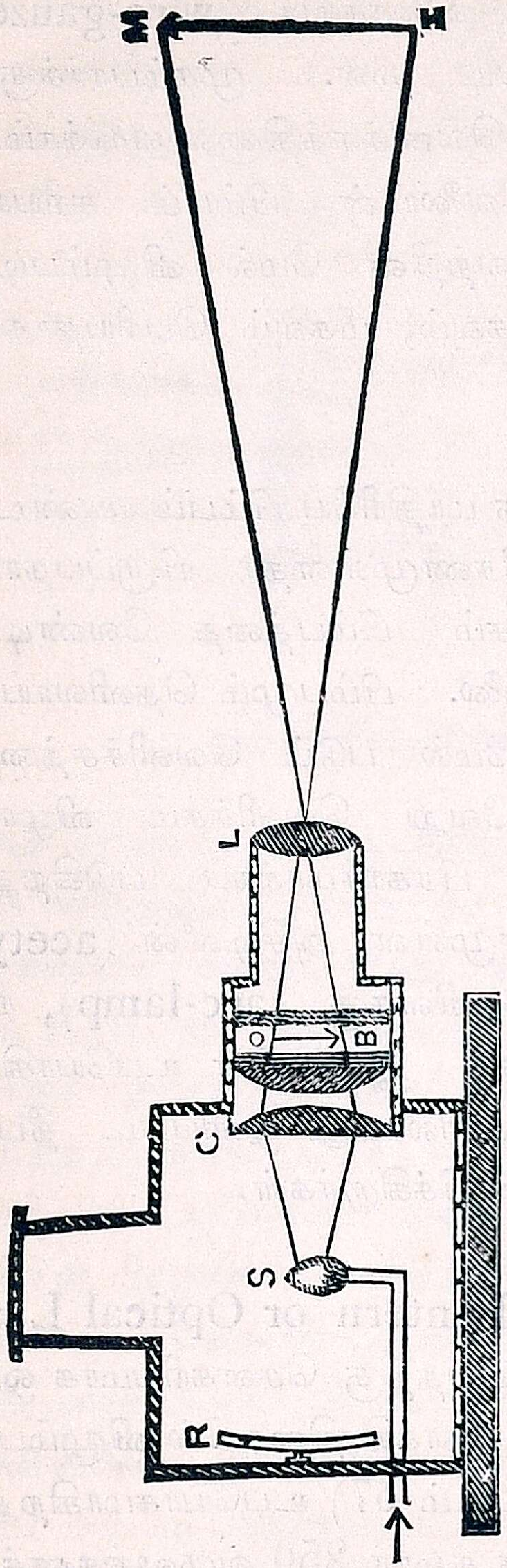
ப-சோ. 20:—ஒரு குவிந்த லென்சை பற்றிரும்பில் பிகித்து அதன் பிரதான கேந்திரத்திற்கு முன் சற்று தூரத்

தில் ஒரு அங்குல சதுரமுள்ள வலைக்கம்பி (**wire-gauze**) யை செங்குத்தாக இருக்கும்படி வை. முகம்பார்க்கும் கண்ணுடியைக் கொண்டு சூரிய வெளிச்சத்தினுல் வலைக்கம்பி யை பிரகாசப்படுத்து. கம்பி வலையின் பிம்பம் சரியாக லென்ஸின் பின்பக்கத்தில் சுவற்றின் மேல் விழும்படிச் செய். இந்த பிம்பம் தலைகீழாகவும், மிகவும் பெரியதாகவு மிருப்பதைப்பார்.

ஒளிப்பட தீபத்தில் இந்த மாதிரியே பிம்பம் உண்டா கிறது. பிம்பம் அதிக விஸ்தீரணமுள்ளதா யிருப்பதால் வஸ்துவின்மேல் படும் வெளிச்சம் பிம்பத்தை வேண்டிய அளவு பிரகாசிக்கச் செய்வதில்லை. பிம்பமும் தெளிவாய்த் தோன்றுவதில்லை. வஸ்துவின்மேல் படும் வெளிச்சத்தை அதிகமாக்கி பிம்பத்தின்மேல் வேறு வெளிச்சம் விழாம லிருக்கச் செய்வதால் பிம்பம் பிரகாசமாக்கப் படுகிறது. இதற்காகத்தான் அதிக பிரகாசமுள்ள அசிடிலீன் (**acetylene**) விளக்கு, மின்சார பிறைவிளக்கு (**arc-lamp**), நிர் சுவாலை (**incandescent**) விளக்கு இவைகளை உபயோகித் து இரவிலாவது இருட்டறைகளிலாவது ஒளிப்பட தீபத் தைக்கொண்டு பிம்பங்களைக் காண்பிக்கிருர்கள்.

ஒளிப்பட தீபம் (**Magic Lantern or Optical Lantern**):—அநேக ஜனங்கள் பார்ப்பதற்கு சௌகரியமாக ஒரு வஸ்துவின் நிஜபிம்பத்தை பெரியதாக்கி திரையில் விழும்படி செய்வதற்கு ஒளிப்பட தீபம் (படம் 67) உபயோகமாகிறது. கர்ச்சர் என்னும் பாதிரி இதை சுமார் 250 வருஷங்களுக்கு முன் கண்டு பிடித்தார்.

ஒரு உலோகப் பெட்டியினுள் R என்னும் கவிந்த



படம் 67. ஒளிப்பட தீபம்.

தர்ப்பணத்தின் பிரதான கேந்திரத்தில் S என்னும் பிரகாசமான தீபம் வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இந்த தீபத்திலிருந்து செல்லும் கிரணங்களிற் சில கவிந்த தர்ப்பணத்தால் பிரதி பலிக்கப்பட்டும், சில நேராகவும், இரண்டு மட்டக்குவி (Plano-convex) லென்ஸ்கள் சேர்ந்துள்ள C என்னும் குவிக்கும் (condensing) லென்ஸின் வழியாய்ச்செல்லும்பொழுது வக்ர பாவமடைந்து O B என்னும் ஒளிப்பட சித்திரக் கண்ணுடியின் வழியாய்ச் செல்லுகின்றன. இக்கிரணங்கள் L என்னும் குவிலென்ஸ் வழியாய் வக்ர பாவமடைந்து M I என்னும் நிஜபிம்பத்தை திரையில்விழச் செய்கின்றன. ஒளிப்படக் கண்ணுடி (lantern slide) ஒன்று அல்லது பல லென்ஸ்கள் சேர்ந்த L என்னும் லென்ஸின் பிரதான கேந்திரத்தை விட சற்று தூரத்தில் தலை கீழாக வைக்கப்பட்டிருப்பதால் திரையில் விழும் பிம்பம் இரு பங்கு பிரதான கேந்திரதூரத்திற்கப்பால் நிமிர்ந்தும் மிகப் பெரியதாகவுமிருக்கும்.

4. நகரும் படங்கள் (Moving Pictures).

பொது ஜனக் கல்வி அபிவிருத்திக்கும், சந்தோஷமாய் பொழுது போக்குவதற்கும் நகரும் படங்கள் தற்காலத்தில் அதிகமாய் உபயோகத்திலிருக்கின்றன. தேசத்தின் எல்லா பாகங்களிலும் நாடகத்திற்குப் பதிலாக நாடகச்சாலைகளில் இப்பொழுது நகரும் படங்களை காண்பிப்பது நமக்குத் தெரிந்த விஷயம். தற்காலத்தில் நகரும் படங்கள் பேசும் படங்களாக அபிவிர்த்தி செய்யப்பட்டிருக்கின்றன. இவைக ளுக்கு பேசும் படங்கள் (Talkies) என்று பெயர்.

நகர்ந்து கொண்டிருக்கும் வஸ்துவின் பல படங்களை கோர்வையாக எடுக்கும் முறை சுமார் 1872 வருஷத்தில் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. இதற்கு பக்கத்துக்குப் பக்கமாக வைத்துள்ள அநேக புகைப்படப்பெட்டி (photographic camera) களை உபயோகித்தார்கள். கொஞ்ச காலத்திற்குப் பிறகு ஒரே புகைப்படப் பெட்டியிலுள்ள கைப்பிடி ஒன்றைச் சுற்றுவதால் நகரும்வஸ்துவின் கோர்வையான பலபடங்களைப் பிடிப்பதற்கான ஏற்பாடு கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. இதைக் கொண்டு ஒரே இடத்திலிருந்து நகரும் வஸ்துவின் பல படங்களை எடுக்க சாத்தியமாயிருந்தது. புகைப்படங்களை எடுப்பதற்கு உபயோகித்து வரும் சூக்ஷ்ம கண்ணாடித் தகடு களுக்குப் பதிலாக நீண்ட செலுலாய்டு (celluloid)த் தகடு களை உபயோகித்து சுமார் 1890 வருஷம் முதல் நகரும் படங்களை எடுக்க ஆரம்பித்தார்கள்.

செலுலாய்டு தகடுகளைச் செய்தல் (Making the film) :- உபயோகமற்ற சணல், பருத்தி இவைகளை அமிலங்களைக் கொண்டு வெடிப்பஞ்சா(gun-cotton)க மாற்றுகிறார்கள். வெடிப்பஞ்சு மரசாராயத்தில் (Wood-spirit)கரைக்கப்பட்டு மழமழப்பான பரப்பின்மேல் ஒரேகனமாக பரப்பப்படுகிறது.

இது காய்ந்தபிறகு செலுலாய்டு தகடு ஆகிறது. இதன்மேல் பாயசம் போன்ற ஒளிசூக்ஷ்ம ரசாயனக் கலப்பை இருட்டில் பூசுகிருர்கள். இந்த வஸ்து உலர்ந்த பிறகு $1\frac{3}{8}$ அங்குலம் அகலமுள்ள நீண்ட துண்டுகளாகக் கத்தரிக்கிருர்கள். இந்த துண்டின் இருபுறமும் அடிக்கு 64 வீதம் ஒரு யந்திரத்தைக்கொண்டு சமதூரத்தில் துளேகளேச் செய்கிருர்கள். இந்த துளேகள் செலுலாய்டு தகட்டை ஒரே நிதானமாக புகைப் பட பெட்டியில் நகரும் படிச்செய்கின்றன.

புகைப்படம் பிடித்தல் :—நகரும் படங்களே எடுக்கும் பெட்டியில் மூன்று பாகங்களிருக்கின்றன. அவை (1) புகைப்படப் பெட்டி, (2) உபயோகிக்கப்படாத தகடு இருக்கும் பெட்டி, (3) உபயோகப்படுத்தப்பட்ட தகடு இருக்கும் பெட்டி. புகைப்படப் பெட்டியின் ஒரு நுனியில் ஒரு குவிந்த லென்ஸ் இருக்கிறது. கைப்பிடி ஒன்றைச் சுற்றுவதால் ஒளி சூக்ஷ்ம செலுலாய்டு தகடு லென்ஸின் நேராக கொண்டு வரப்பட்டு அதன்மேல் வெளியிலுள்ள பிரகாசமான வஸ்துக்களின் தலேகீழான சிறிய பிம்பங்கள் ஏற்படுகின்றன. இம்மாதிரி உபயோகப்படுத்தப் பட்ட தகடு அதற்கென்றுள்ள மற்ருெரு பெட்டியில் சுற்றப்படுகிறது. இந்த தகடு ஒரு விநாடிக்கு வஸ்துவின் 16 படங்கள் அதில் விழும்படி ஒரு பெட்டியிலுள்ள திரி வட்டத்திலிருந்து (reel) தெரித்துச் சென்று மற்ருெரு பெட்டியிலுள்ள திரிவட்டத்தில் சுற்றிக்கொள்ளுகிறது. இவ்வாறு உபயோகப் படுத்தப்பட்ட செலுலாய்டு தகட்டை ரசாயன வஸ்துக்களுள்ள திரவங்களால் கழுவி பிம்பங்களே தகட்டில் ஸ்திரப்படுத்துகிருர்கள். இந்த தகட்டிற்கு விபரீத அச்சு (negative) என்று பெயர். வஸ்துவின் வெண்மை பாகங்கள் கறுப்பாகவும், கறுப்பான பாகங்கள் வெண்மையாகவும் இந்த தகட்டில் இருப்பதால் இந்தப் பெயர் இதற்குத் தகும்.

இதைக்கொண்டு இதேமாதிரியுள்ள உபயோகப்படுத் தப்படாத மற்றொரு தகட்டை இதன் மேல் வைத்து, வெளிச்சத்திற்கு முன் இதற்கென்று ஏற்பட்டுள்ள யந்திரத் தைக் கொண்டு நகர்த்தி, மற்றொரு படத்தை எடுத்து, அதை முன்சொன்னபடி திரவங்களைக்கொண்டு கழுவுவதால் சரி யான (positive) படத்தைச் செய்கிறார்கள். இதிலுள்ள பிம்பங்கள் வஸ்துக்களைப் போலவே யிருக்கின்றன. இம் மாதிரி பல பிரதிகளை ஒரு விபரீத அச்சிலிருந்து எடுக்கலாம்.

படம் காட்டுதல்:—திரையில், நகரும் படங்களை காண் பிக்க ஒளிப்பட தீபம்போன்ற கருவியை உபயோகிக்கிறார்கள். செலுலாய்டு படத்தகட்டை கருவியின் வழியாய் செலுத்து வதில் தான் இவையிரண்டிற்குமுள்ள வித்தியாசம். படம் எடுக்கும்பொழுது தகடு விநாடிக்கு எத்தனை தடவை தெரித் துச்செல்லும்படி நகர்த்தப்பட்டதோ அதே மாதிரி இந்த கருவியிலும் நகர்த்தப்படுகிறது. அப்படிச்செல்லும்பொழுது தகட்டிலுள்ள சிறு பிம்பங்கள் மிகவும் பெரிதாக்கப்பட்டு, திரையில் விழுகின்றன. சுழலும் ஒரு மூடி இரண்டு படங் களுக்கிடையில் சரியாய் நகர்ந்து படத்தின் வழியாய் வரும் வெளிச்சத்தைத் தடுக்கிறது. ஒரு படம் கீழே இறங்கி அதன் இடத்திற்கு அடுத்த படம் வரும்பொழுது சுழலும் மூடி தானாகவே திறந்துகொள்ளுகிறது. படம் காட்டப்படும் பொழுது, செலுலாய்டு தகடு ஒரு திரிவட்டத்திலிருந்து விடப்பட்டு காட்டப்பட்ட பிறகு மற்றொரு திரிவட்டத்தில் தானாகவே சுற்றிக்கொள்ளுகிறது. இந்தப் படத்தை மறுபடி யும் வரிசைக் கிரமமாகக் காட்டுவதற்கு இதை வேறொரு திரி வட்டத்தில் சுற்றவேண்டும்.

மேற் சொன்னபடி படம் காட்டப்படும்பொழுது ஒரு விநாடிக்கு 16 படமும், 16 சம இடை வெளிகளும் ஏற்படு

கின்றன. ஆகையால் ஒவ்வொரு படமும் $\frac{1}{32}$ விநாடி தான் கண்ணுக்குத் தெரிகிறது. ஒரு வஸ்துவின் பிம்ப உணர்ச்சி கண்ணில் $\frac{1}{24}$ விநாடி தங்குவதால் முதல்படத்தின் உணர்ச்சி நீங்குவதற்கு முன் இரண்டாவது படத்தின் உணர்ச்சி ஏற்பட்டு படங்கள் தனித்தனியாய் தோன்ருமல் தொடர்ச்சியாய்த் தோன்றுகின்றன.

கேள்விகள்.

1. ஒலி எவ்வாறு உண்டாகிப் பரவுகிறது?

2. ஒலி பரவுவதற்கு ஒரு சாதனம் வேண்டுமென்பதை எவ்வாறு நிரூபிப்பாய்?

3. சப்தத்திற்கும் ஸ்ருதிக்குமுள்ள வித்தியாசங்களைக் கூறு.

4. ஸ்ருதிகள் (musical notes) ஒன்றுக்கொன்று எவ்வாறு வித்தியாசப்படுகின்றன?

5. சங்கீத வாத்தியங்களின் மூன்று வகையை உதாரணங்களுடன் கூறு.

6. பிகிக்கப்பட்ட கம்பியின் (1) நீட்டத்தைக் குறைத்தல், (2) விறைப்பை அதிகரித்தல் இவைகளால் அதன் ஒலி ஸ்தாயை எவ்வாறு மாறுபடும்?

7. துவானக கவடுகளின் ஸ்தாயையை பிரதி தொனிக்கச்செய்யும்வாயுவின் உயரமும்துவானகசவட்டில் லோலமாத்திரைக்குத் தகுந்தாற்போல் மாறுபடும் என்பதை எவ்வாறு பரிசோதித்தறிவாய்?

8. கம்பி வாத்தியங்கள் ஏதாவது ஒன்றில் பல ஸ்ருதி ஸ்தாயைகளை உண்டாக்குவதை விவரி.

9. (1) நாகஸ்வரம், (2) புல்லாங்குழல், (3) முரசு, (3) வெண்கலக் கைத்தாளங்கள் இவைகளில் ஒலி உண்டாவதை விவரி.

10. கம்பி வாத்தியங்களில் உள்ள பெட்டியின் வேலை என்ன?

11. "பிரதி தொனி" என்ன என்பதையும், அது எவ்வாறு உண்டாகிறது என்பதையும் விவரி.

12. (1) பிரதிதொனிக்கும் குன்று, (2) மின்னல் உண்டாக்கும்

மேகம் இவை நீ இருக்குமிடமிருந்து எவ்வளவு தூரத்திலிருக்கின்றன என்பதை எவ்வாறு கண்டு பிடிப்பாய் ?

13. (1) ஒலி விருத்திக்கருவி, (2) சுவாசாசய இருதய ஸ்திதி உணரும் கருவி இவைகளுள் ஒலி எவ்வாறு செல்லுகிறதென்பதை விவரி.

14. கிராமபோன் பெட்டியில் (1) ரிகார்டு, (2) ஊசி, (3) சப்தப்பெட்டி இவைகளைப்பற்றிக் குறிப்பு எழுது.

15. "குரல் நாண்கள்" என்பதென்ன ? அவைகளின் வேலையைக் கூறு.

16. (1) மூக்கினால் பேசும் சப்தம், (2) தொண்டைக் கம்மல், (3) ஸ்திரீகள் குரலின் மேல் ஸ்தாயை, (4) குழந்தைகள் சப்தத்தின் மேல் ஸ்தாயை இவைகளுக்கு காரணம் என்ன ?

17. "லென்ஸ்" என்பதென்ன ?

18. லென்ஸின் கேந்திர தூரத்தை எவ்வாறு கண்டு பிடிப்பாய் ?

19. குவிந்த லென்ஸ் வாசிக்கும் கண்ணாடியாக எவ்வாறு உபயோகமாகிறது ?

20. (1) பூதக்கண்ணாடி, (2) தூரதரிசினி இவைகளிலுள்ள இரண்டு லென்ஸுகளின் உபயோகங்களைக் கூறு.

21. "ஒளிப்பட தீபம்" என்றால் என்ன ?

22. ஒளிப்பட தீபத்தில் பிம்பம் பெரியதாய் உண்டாவதெப்படி ?

23. ஒளிப்பட தீபத்தில் பிரகாசமான விளக்கு வேண்டியதேன் ?

24. நகரும் படங்களை செய்வதெப்படி ?

25. செலுலாய்டு தகடு செய்யும் விதத்தை விவரி.

26. செலுலாய்டு தகட்டின் விளிம்புகளிலுள்ள துவாரங்களின் உபயோகமென்ன ?

27. நகரும் படங்களை எவ்வாறு செய்கிறார்கள் ?

28. நகரும் படத்தை காண்பிப்பதை விவரி.

29. நகரும் படங்களின் அபிவிருத்தியைக் கூறு.

அத்தியாயம் 6

இயற்கைச் சக்திகளை உபயோகித்தல்

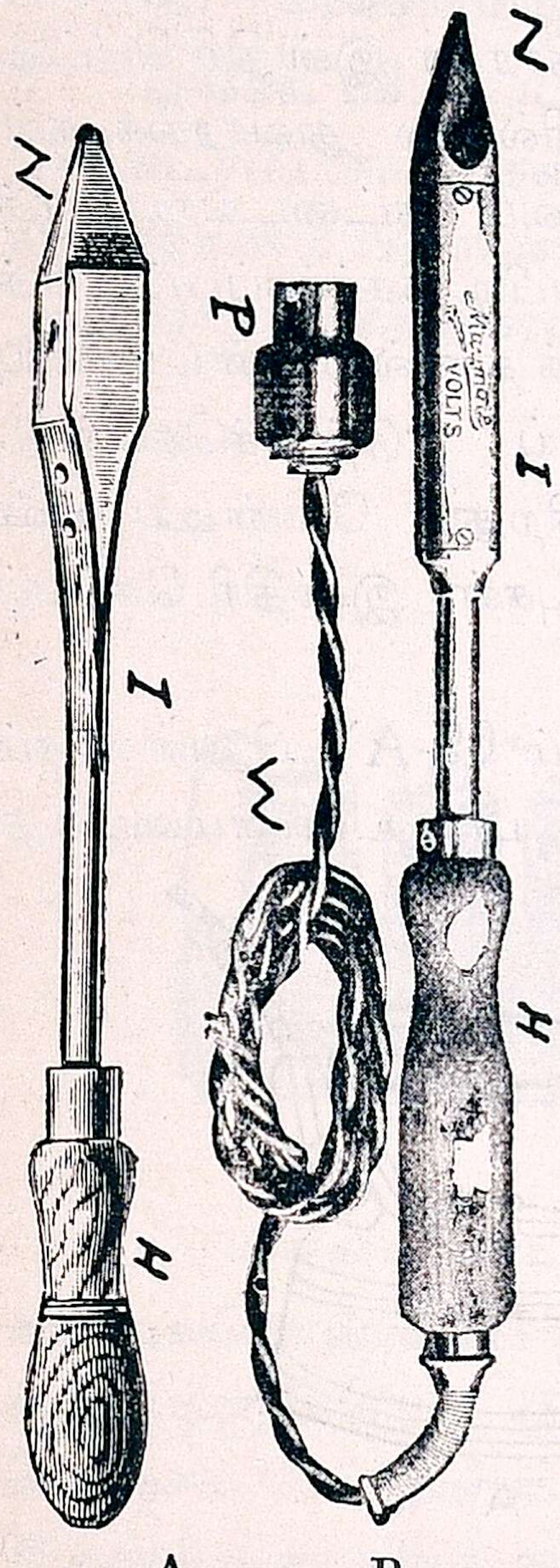
1. மின்சார வோட்டத்தின் உஷ்ண சக்தி.

ப-சோ. 21:—கவிசிக்கப்படாத ஒரு குட்டையான மெல்லிய செம்புக் கம்பியின் வழியாய் வரிசையாய் அடுக்கப்பட்ட நான்கு புன்ஸென் செல்லுகளுள்ள பாட்டரியிலிருந்து மின்சாரப் பிரவாகத்தைச் செலுத்து. கம்பி உஷ்ணமடைந்து சிவக்கிறது. கம்பியின் நீட்டத்தைக் குறைப்பதால், அது பழுக்கக் காய்ச்சப்பட்டு கொஞ்சம் வெளிச்சத்தையும் கொடுக்கிறது. செம்புக் கம்பிக்குப் பதிலாக மெல்லிய, குட்டையான பிளாடினக் கம்பியை உபயோகித்தால், உஷ்ணம் முன்னிலும் அதிகரித்து பிரகாசமும் அதிகமாகிறது.

இந்த பரிசோதனையில் மின்சார சக்தி உஷ்ண சக்தியாக மாறுகிறது. மின்சார பிரவாக சக்தியை அதிகரித்து போதுமான அளவு கம்பியை உபயோகிப்பதால் கம்பியில் மின்சார பிரவாகத்திற்குத் தடை ஏற்பட்டு கம்பி வெண்ணிறமடைந்து வெளிச்சத்தைக்கொடுக்கிறது. இந்த குணத்தைக் கொண்டு நிர்சுவாலை தீப (incandescent lamp)த்தைச் செய்கிறார்கள். மின்சாரத்தின் உஷ்ண சக்தி தற்காலத்தில் அதிகமாக உபயோகமாகிறது. சமையல் அடுப்பு, வேண்டாத சவ்வுக்களைச் சுடுதல், குளிர் தேசத்தில் அறைகளை உஷ்ணப்படுத்துதல், இஸ்திரி பெட்டி, மின்சார உலைவாய், பற்றுவைக்கும் இரும்பு இவைகள் மின்சாரத்தைக்கொண்டு உஷ்ணமுண்டாக்க உபயோகமாகும் சில சாதனங்கள். இந்த சாதனங்களில் பிளாடிநாய்ட், மாங்கனின் போன்ற உலோகக் கலவையால் செய்யப்பட்டு கவிசிக்கப்படாத கம்பிச் சுருளின் வழியாய் உயர்ந்த மின்சார சக்தியுள்ள பிரவாகத்தைச் செலுத்துவதால் அது பழுக்கக் காய்ச்சப்படுகிறது. இவைகளில் கம்பிச்சுருள் கருவியின் உலோக பாகத்தில் படாமலிருக்கும்

படி காப்பாற்றப்படுகிறது. சுருளில் ஏற்படும் உஷ்ணம் கிரணித்துப் பரவுகிறது (**radiation**).

பற்றுவைக்கும் இரும்பு (**Soldering iron**) :—தகரக் கடைகளில் உபயோகப்படுத்தும் பற்றுவைக்கும் இரும்பு (படம் 68-A) மரப்பிடியில் (H), நான்கு பட்டைகளுள்ள கூரான நுனி (N) யுள்ள இரும்புத்துண்டு (I) சொருகியுள்ளது. பட்டையான நுனி கரிஅடுப்பில் பழுக்கக் காய்ச்சப்பட்டு, நவாச்சாரக் கட்டியில் தேய்ப்பதால் சுத்தமாகிறது. பிறகு இதில் சமபாகமாக காரீயமும் வெள்ளீயமும் சேர்ந்துள்ள பற்று ஈயம் சிறிதளவு எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது. இந்த பற்று ஈயம் பற்றுவைக்கவேண்டிய இடத்தில் வைக்கப்பட்டு தேய்க்கும் பொழுது உஷ்ணத்தினுல் அது உருகிப் பரவி இரண்டு உலோக பாகங்களை ஒன்ருகச் சேர்க்கிறது. இம்மாதிரியே பாத்திரங்களிலுள்ள துவாரங்களை அடைக்கலாம்.



A. B.

படம் 68.

A. சாதாரண பற்றிரும்பு.

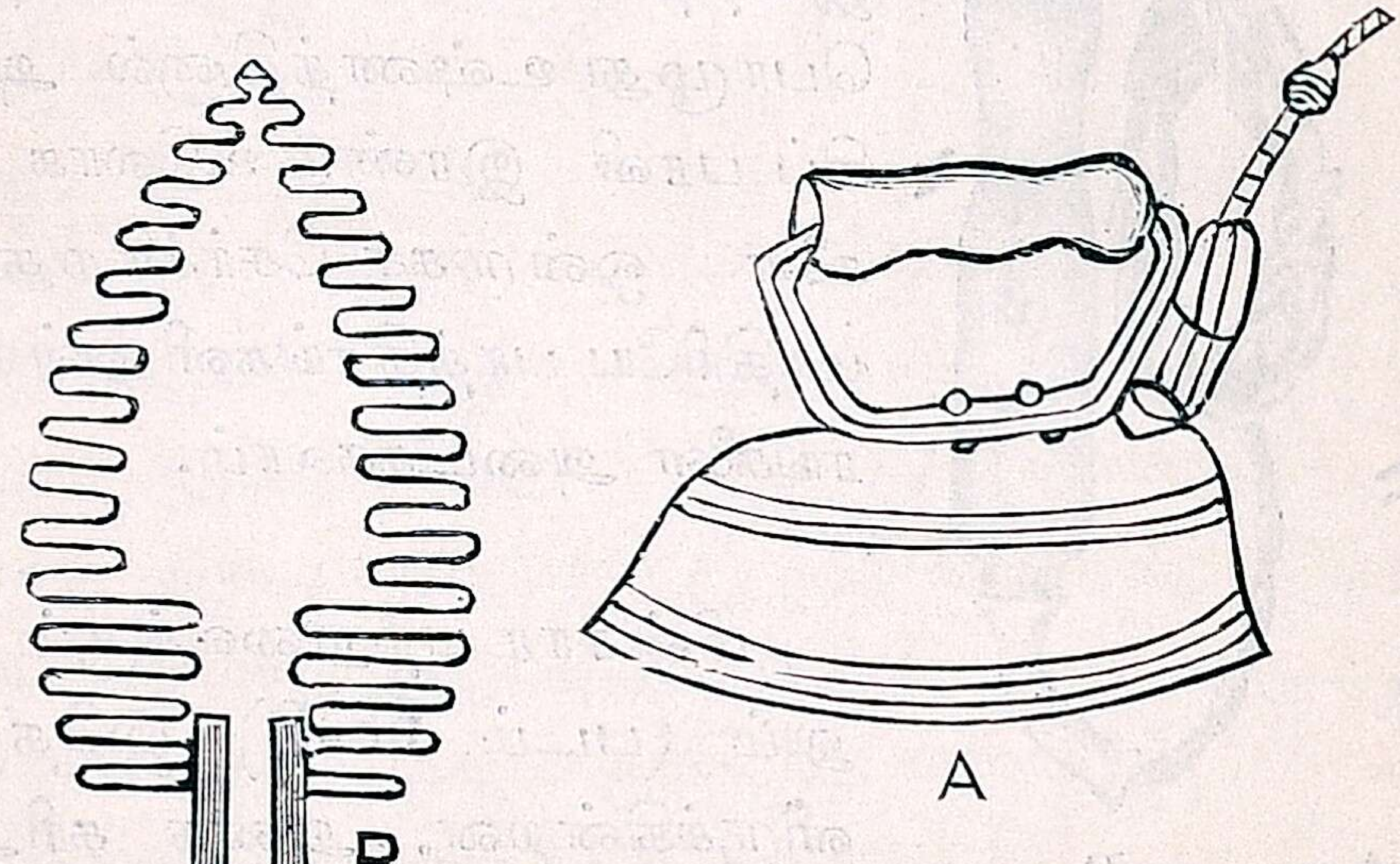
B. மின்சார பற்றிரும்பு.

மின்சார பற்றுவைக்கும் இரும்பிலும் (படம் 68-B) இதே பாகங்களிருக்கின்றன. அதை கரிஅடுப்புக்குப் பதிலாக மின்சார சக்தியைக் கொண்டு உஷ்ணப்படுத்துகிருர்கள். மற்றப்படி இதைக்கொண்டு பற்று

வைப்பது சாதாரண பற்று வைக்கும் இரும்பைக்கொண்டு செய்வதுபோல் தான்.

இஸ்திரி பெட்டி (Hot-iron) :—உடைகள் சுருக்கமில்லாமல் விறைப்பாயிருப்பதற்கு இஸ்திரி பெட்டியை தகுந்த உஷ்ண நிலைக்குக்கொண்டு வந்து உபயோகிக்கிறார்கள். இதற்கு இஸ்திரி செய்தல் என்று பெயர். சாதாரண இஸ்திரி பெட்டி இரும்பினால் செய்யப்பட்டு, பக்கங்களில் பல துவாரங்களுள்ளது. அதன் அடிப்பரப்பு சமமாகவும் தட்டையாயுமிருக்கிறது. இதன் மூடியுடன் மரக்கைப்பிடி சேர்க்கப்பட்டிருக்கிறது. பெட்டியினுள்ளிருக்கும் கரித் தணல் வேண்டிய வாயுவை பக்கத் துவாரங்களின் வழியாய் எடுத்துக்கொண்டு, எரிந்து பெட்டியை உஷ்ணப்படுத்துகிறது. வேண்டிய உஷ்ணத்தில் பெட்டியைக்கொண்டு உடுப்புகள் இஸ்திரி செய்யப்படுகின்றன.

மின்சார இஸ்திரி பெட்டி (படம் 69-A) யிலுள்ள கம்பிச்சுருள் (படம் 69-B) மின்சார சக்தியால் உஷ்ணமடைந்து



படம் 69

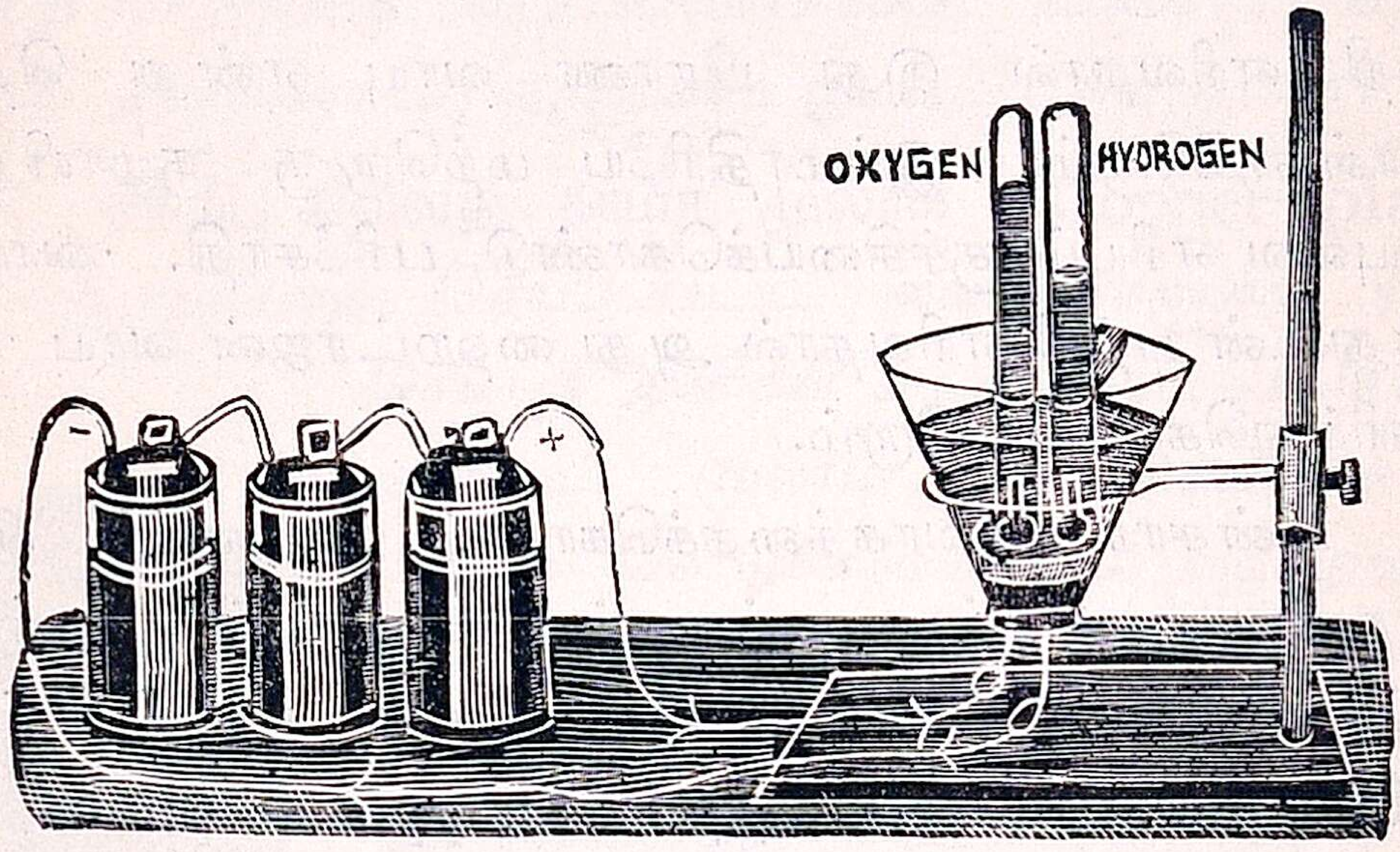
A. மின்சார இஸ்திரி பெட்டி;

B. அதிலுள்ள கம்பிச்சுருள்.

பெட்டியையும் உஷ்ணப்படுத்துகிறது. கம்பிச் சுருளின் வழியாய்ச் செல்லும் மின்சார பிரவாகம் பெட்டியின் உலோக பாகத்தில் செல்லாமலிருக்கும்படி கம்பிச்சுருள் அமைக்கப் பட்டிருக்கிறது.

2. மின்சாரவோட்டத்தின் ரசாயன பலன்கள்.

ப-சோ. 22:—படம் 70ல் புனல்போலிருக்கும் பாத்திரம் வோல்டாமீடர். இதன் அடிபாகம் மூடப்பட்டு அதன் வழியாக இரண்டு பிளாடினக் கம்பிகள் நுழைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. பாத்திரத்தினுள்ளிருக்கும் பிளாடினக் கம்பிகளின் நுனி



படம் 70.

மின்சார வோட்டத்தால் ஜலம் பிரிக்கப்படுதல்.

கள் ஒவ்வொன்றிலும் ஒரு குறுகிய பிளாடினத் தகடு சேர்க்கப்பட்டிருக்கிறது. இந்த பாத்திரத்தில் கந்தகத் திராவகம் கொஞ்சம் சேர்ந்துள்ள ஜலத்தை ஊற்று. ஒரே அளவுள்ள இரண்டு சோதனைக் குழாய்களை ஜலத்தால் நிரப்பி, அவைகளின் வாய்களை கட்டை விரலால் மூடி, தலைகீழாகக் கவிழ்த்து பாத்திரத்திலுள்ள ஜலத்தினுள் பிளாடினத் தகடுகள் ஒவ்வொன்றும் ஒரு குழாயினுள்ளிருக்கும்படி வை. பிளாடினக்

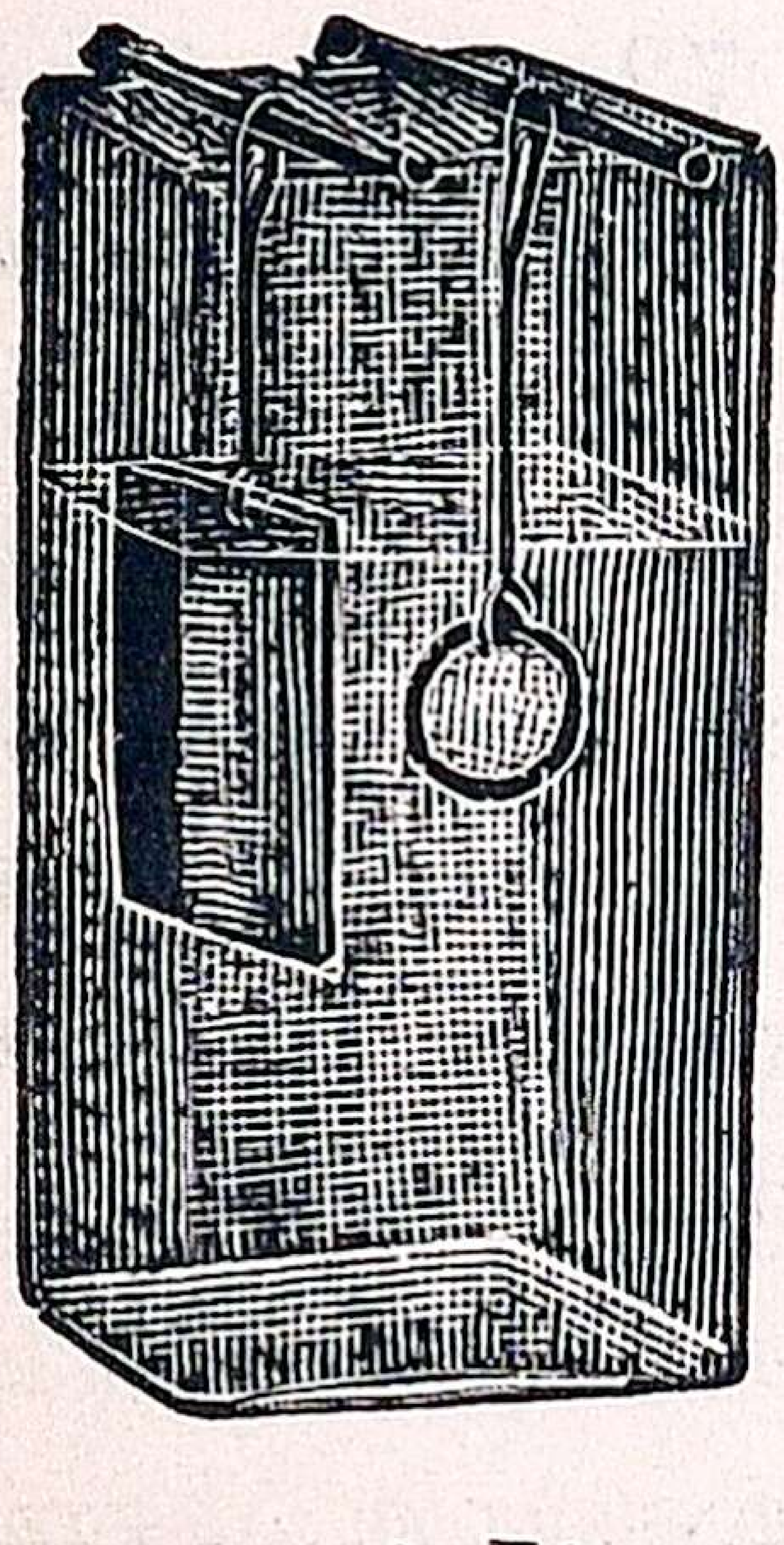
கம்பிகளின் வெளி நுனிகளை 4 அல்லது 5 புன்ஸென்செல்கள் வரிசையாகச் சேர்த்துள்ள பாட்டரியுடன் சேர். இப்பொழுது வாயுக்குமிழிகள் பிளாடினத் தகடுகளிலிருந்து மேல் சென்று சோதனைக் குழாய்களில் சேருகின்றன. கொஞ்ச நேரம் சென்ற பிறகு ஒரு குழாயில் மற்றொரு குழாயிலிருப்பதைவிட இரண்டு மடங்கு வாயு சேர்ந்திருப்பதைக் கவனி. மின்சார பிரவாகத்தை நிறுத்திவிட்டு, வாயு குறைவாயுள்ள குழாயின் வாயை கட்டை விரலால் மூடி, வெளியே எடுத்து, அதன் வாய் மேலிருக்கும்படி பிடித்து அதிலுள்ள வாயுவை கொள்ளிக் குச்சியைக்கொண்டு பரிசோதி. கொள்ளிக்குச்சி பற்றி எரிவதால் இது பிராண வாயு என்று தெரிந்து கொள்ளுகிறோம். இம்மாதிரியே மற்றொரு குழாயிலுள்ள வாயுவை எரியும் குச்சியைக்கொண்டு பரிசோதி. வாயு சப்தத்துடன் பற்றி எரிவதால் அது ஹைட்ரஜன் வாயு என்று தெரிந்துகொள்ளுகிறோம்.

மின்சார பிரவாகத்தைக்கொண்டு ஜலத்தைப் பிரித்து பிராணவாயுவையும் ஹைட்ரஜன் வாயுவையும் பெறுகிறோம். இம்மாதிரியே மின்சார வோட்டத்தை சில்வர்நைட்ரேட் (silver nitrate), மயில்துத்தம் (copper sulphate) கரை நீர்களில் செலுத்தினால், வெள்ளியும், செம்பும் பாட்டரியின் ருண நுனியுடன் சேர்க்கப்பட்டிருக்கும் வஸ்துவின்மேல் படியும். இந்த ரசாயன மாறுபாட்டை எலக்ட்ராலிஸிஸ் அல்லது விதயுத் விபாகம் என்று சொல்லுகிறோம். சில சேர்க்கைப் பொருள்களை உருக்கி, அவைகளில் மின்சார வோட்டத்தைச் செலுத்திப் பிரிக்கலாம். இவ்வாறு சேர்க்கைப் பொருள்களை கரை நீராக்கியாவது, உருக்கியாவது மின்சார வோட்டத்தைக் கொண்டு பிரித்து ரசாயன மாறுபாட்டை உண்டாக்கும் மின்சார குணம் ஏராளமாய் சலவை

மண் (**bleaching powder**) செய்வதற்கு வேண்டிய குளோரீனை (**chlorine**) சோடியம் குளோரைடைக் கொண்டும், சோடியம், பொட்டாசியம், அலுமினியம் முதலியவைகளை அவ்வவைகளின் சேர்க்கைப் பொருள்களிலிருந்தும் தயாரிப்பதற்கு உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது.

மின்சார முலாம் பூச்சு (Electro-plating) :—மின்சாரத்தின் ரசாயன மாறுபாட்டின் உதவியால் இரும்பு, செம்பு, பித்தளை முதலிய உலோகங்களால் செய்யப்பட்ட வஸ்துக்கள் துருவு பிடிக்காமலும், களிம்பு ஏருமலுமிருப்பதற்காக அவ்வாறு மாறுதலடையாத உலோகங்களை மின்சாரத்தைக் கொண்டு அவைகளுக்கு ஒழுங்காக முலாம் பூசுகிறுர்கள்.

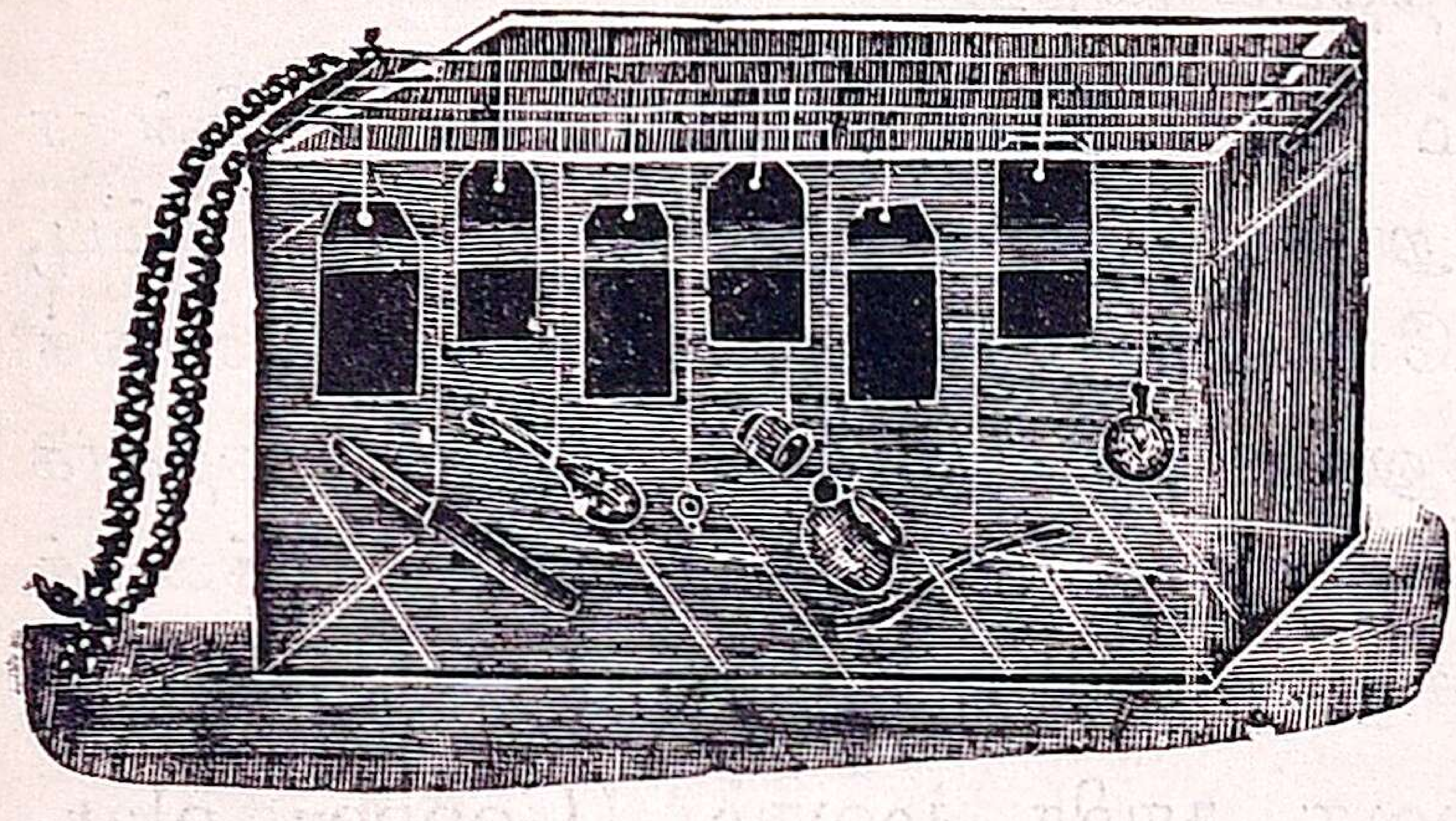
1. செம்பு அல்லது தாமிர முலாம் (Copper plating) :—இரும்பினுல் செய்யப்பட்ட வஸ்துக்களுக்கு சிறு செம்புத் துளிகள் சமமாக ஒட்டிக்கொள்ளும்படி முலாம் கொடுக்கிறுர்கள். முலாம் கொடுக்கவேண்டிய வஸ்துவை சுத்தம் செய்து கந்தகத் திராவகம் சேர்க்கப்பட்ட மயில்துத்தக் கரைநீரில் தொங்கவைத்து பாட்டரியின் ருண நுனியுடன் (negative pole) சேர்க்கப்பட்டிருக்கிறது (படம் 71). பாட்டரியின் தன நுனியுடன் (positive pole) சேர்க்கப்பட்டிருக்கும் செம்புத் தகடும் அதே விலயனத்தில் வைத்திருப்பதால், பாட்டரியிலிருந்து வரும் மின்சார வோட்டம் தாமிரத் தகட்டிலிருந்து சிறு தாமிரத் துளிகளை எடுத்துச் சென்று வஸ்துவின் மேல் சமமாகப் படியச் செய்கிறது. இரண்டு டேனியல்



படம் **71**.
தாமிர முலாம் கொடுத்தல்.

ஸெல்களைக் கொண்டு 15-20 நிமிஷங்களில் தாமிர முலாம் கொடுப்பது போதுமானது.

2. வெள்ளி முலாம் (Silver plating) :—செம்பு, பித்தளை முதலிய வஸ்துக்களுக்கு வெள்ளி முலாம் சாதாரணமாய்க் கொடுக்கிறார்கள். இந்த வஸ்து சுத்தம் செய்யப்பட்டு, பாட்டரியின் ருண நுனியுடன் சேர்க்கப்பட்டு சில்வர் நைட்ரேட் கரை நீரில் பொட்டாசியம் சயனைடை அதனால் ஏற்படும்



படம் 72.
வெள்ளி முலாம் கொடுத்தல்.

விழும் பொருள் (precipitate) கரையும் வரையில் சேர்ந்த விலயனத்தில் தொங்கவிடப்படுகிறது (படம் 72). பாட்டரியின் தன நுனியுடன் சேர்க்கப்பட்ட வெள்ளித்தகடு மேற்கூறிய கரை நீரிலேயே வைக்கப்பட்டிருப்பதால் பாட்டரியிலிருந்து செல்லும் மின்சார வோட்டம் வெள்ளியை சிறு துளிகளாக எடுத்துச்சென்று வஸ்துவின்மேல் சமமாகப் படியச்செய்கிறது. தாமிர முலாம் கொடுப்பதில் உபயோகிப்பது போல் இரண்டு டேனியல்ஸெல்களிலிருந்து 15-20 நிமிஷங்கள் செல்லும் மின்சார வோட்டம் இந்த முலாம் கொடுப்பதற்குப் போதுமானது.

3. தங்க முலாம் (Electro-gilding) :—முற்காலங்களில் தங்க இரசக் கலவை (gold amalgam) யை, வெண்கலம், ஜெர்மன் வெள்ளி, தாமிரம், பித்தளை, வெள்ளி, முதலிய வஸ்துக்களின்மேல் தேய்த்து பிறகு வஸ்துக்களை உலை

(furnace) யில் காய்ச்சி, பாதரசத்தை ஆவியாகும்படிச் செய்து, தங்கத்தை வஸ்துக்களின்மேல் படிந்திருக்கும்படிச் செய்து வந்தார்கள். இப்படிச் செய்வது அதிக செலவுள்ளதும், ஆரோக்கியத்திற்குத் தீங்கிழைக்கக் கூடியதுமானதால், தற்காலத்தில் மின்சார வோட்டத்தைக் கொண்டு தங்க முலாம் கொடுக்கிறார்கள்.

வஸ்துவை நன்ருகக் காய்ச்சி அதில் ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும் எண்ணெய்ப் பசைகளை நீக்கி காய்ச்சி வடித்த (distilled) நீரில் தூலிகை (brush) யைக் கொண்டு வஸ்துவை தேய்த்துக் கழுவி, நான்கு டேனியல் ஸெல்கள் சேர்ந்த பாட்டரியின் ருண நுனியுடன் பிகித்து தங்கபொட்டாஸ் சயனைட் (cyanide of gold and potassium) கரை நீரில் வைக்கிறார்கள். பாட்டரியின் தன நுனியுடன் சேர்க்கப்பட்டிருக்கும் தங்கத்துண்டை அதே கரை நீரில் வைப்பதால், மின்சார வோட்டம் தங்கத் துளிகளை எடுத்துச் சென்று வஸ்துக்களின் மேல் ஒரே அளவாக எல்லா பாகங்களிலும் படியச் செய்கிறது.

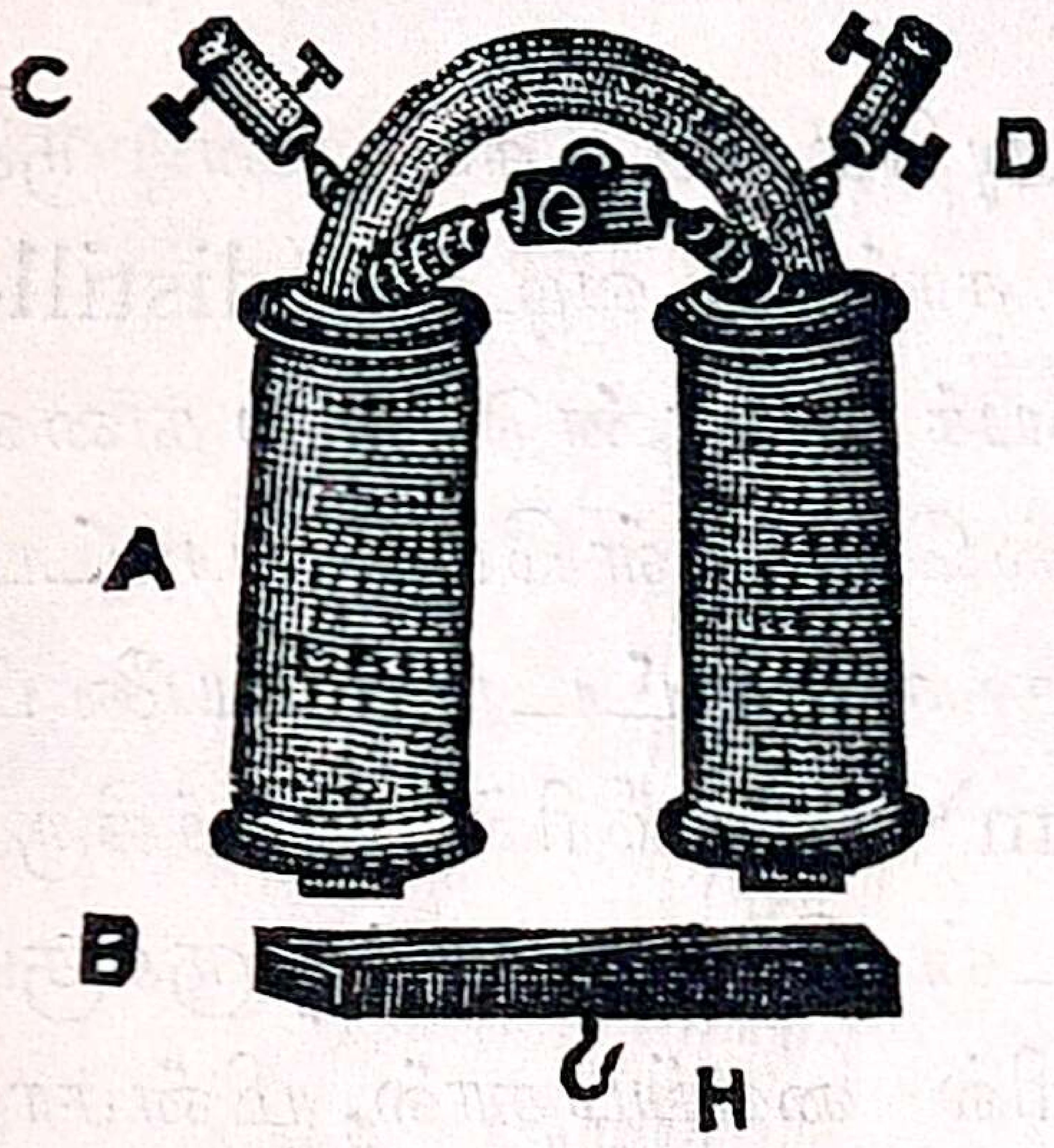
துத்தநாகம், இரும்பு, தகரம், ஈயம் முதலிய உலோகங்களால் செய்யப்பட்ட வஸ்துக்களுக்கு தங்க முலாம் கொடுக்க வேண்டுமானுல், வஸ்துக்களுக்கு முதலில் தாமிர முலாம் கொடுத்த பிறகு தான் தங்க முலாம் கொடுக்க முடியும்.

4. நிக்கல் முலாம் (Nickel-plating) :—இரும்புச் சாமான்கள் துருப்பிடிக்காமலிருப்பதற்கு நிக்கல் முலாம் கொடுக்கிறார்கள். சுத்தமாக்கப்பட்ட வஸ்து பாட்டரியின் ருண நுனியுடன் சேர்க்கப்பட்டு நிக்கல்சல்பேட் கரை நீரில் வைக்கப்படுகிறது. பாட்டரியின் தன நுனியுடன் சேர்க்கப்பட்ட நிக்கல் துண்டு அதே கரை நீரிலிருப்பதால் மின்சார வோட்டம் சிறு நிக்கல் துளிகளை வஸ்துவின்மேல் படியச்செய்

கிறது. நிக்கல் முலாம் வெள்ளியைப்போல் பிரகாசமான வெண்ணிறத்தைக் கொடுக்கிறது.

3. தந்தி தபால் முறை.

மின்சார காந்தம் (Electro-magnet) :—அதிக சக்தியுள்ள காந்தங்களை செய்வதற்கு இதுவே சிறந்த முறை. மின்சார காந்த மென்பது குதிரை லாட உருவமுள்ள தேன் இரும்பாலாகியது. இதன் இரு புஜங்களைச் சுற்றி ஒன்றுக்கொன்று எதிர்த் திசைகளில் சுற்றிவரும் பட்டு நூலால் மூடப்பட்டுள்ள தாமிரக் கம்பியின் வழியாய் பாட்டரி யிலிருந்து மின்சார வோட்டத்தைச் செல்லவிட்டால் தேன் இரும்பு காந்தமாகிறது (படம் 73). இதற்கு மின்சார காந்தம் என்று பெயர். மின்சார வோட்டத்தை நிறுத்திவிட்டால் அது காந்த சக்தியை உடனே இழந்து விடுகிறது. மின்சார வோட்டம் செல்லும் திசைக்குத் தக்கவாறு தேன் இரும்பின் நுனிகளில் ஒன்று தென் துருவமாயும் மற்றொன்று வட துருவமாயுமிருக்கும். மின்சார காந்தத்தை மின்சார ஜனனி (dynamo), மின்சார மணி (electric bell), தந்தி தபால் (telegraph), தூர நாதினி (telephone) முதலிய கருவிகளில் உபயோகப்படுத்துகிறார்கள்.



படம் 73

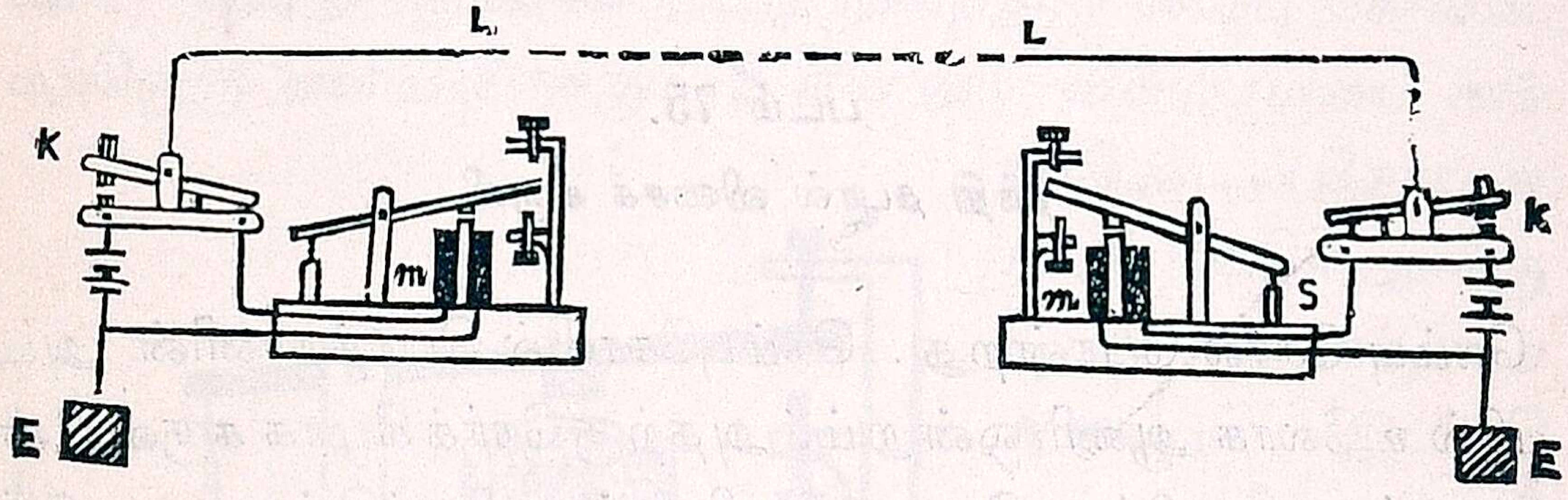
மின்சார காந்தம்.

தந்தி தபால் முறை (Telegraphy) :—மின்சார காந்தத்தின் மற்றொரு உபயோகம் தந்தி தபால் கருவி. நமக்கு தினசரி உபயோகத்திலிருந்துவரும் ஆச்சரியமான கருவிகளில்

இது ஒன்று. உலகத்தின் பல பாகங்களிலிருந்து கால நிலை, கீர்த்தி பெற்றவர்களின் உபந்நியாசங்கள் முதலிய விஷயங்களை தந்தி தபால் மூலமாய்த் தெரிந்து கொள்ளுகிறோம். மற்றும் இருப்புப்பாதை வண்டிகள் செல்லுவதிலும், வியாபார வர்த்தமானங்களையும் அவசரமான சமாசாரங்களையும் தெரியப் படுத்துவதிலும் இதை அதிகமாக உபயோகப்படுத்துகிறார்கள்.

தந்தி தபால் கருவியில் மூன்று பாகங்களிருக்கின்றன. இவை (1) தந்தி தபால் மண்டலத்திற்கு வேண்டிய பாட்டரியும், கம்பிகளும், (2) சமாசாரங்களை அனுப்புவதற்குத் தேவையான விசை (key), (3) சமாசாரத்தைப் பெறும் துவனிக்கும் கருவி (sounder) ஆகும்.

1. தந்தி தபால் மண்டலம் :—ஒரு ஊரிலிருக்கும் பாட்டரியிலிருந்து, விசையின் வழியாக கம்பங்களில் பிகிக்கப்பட்



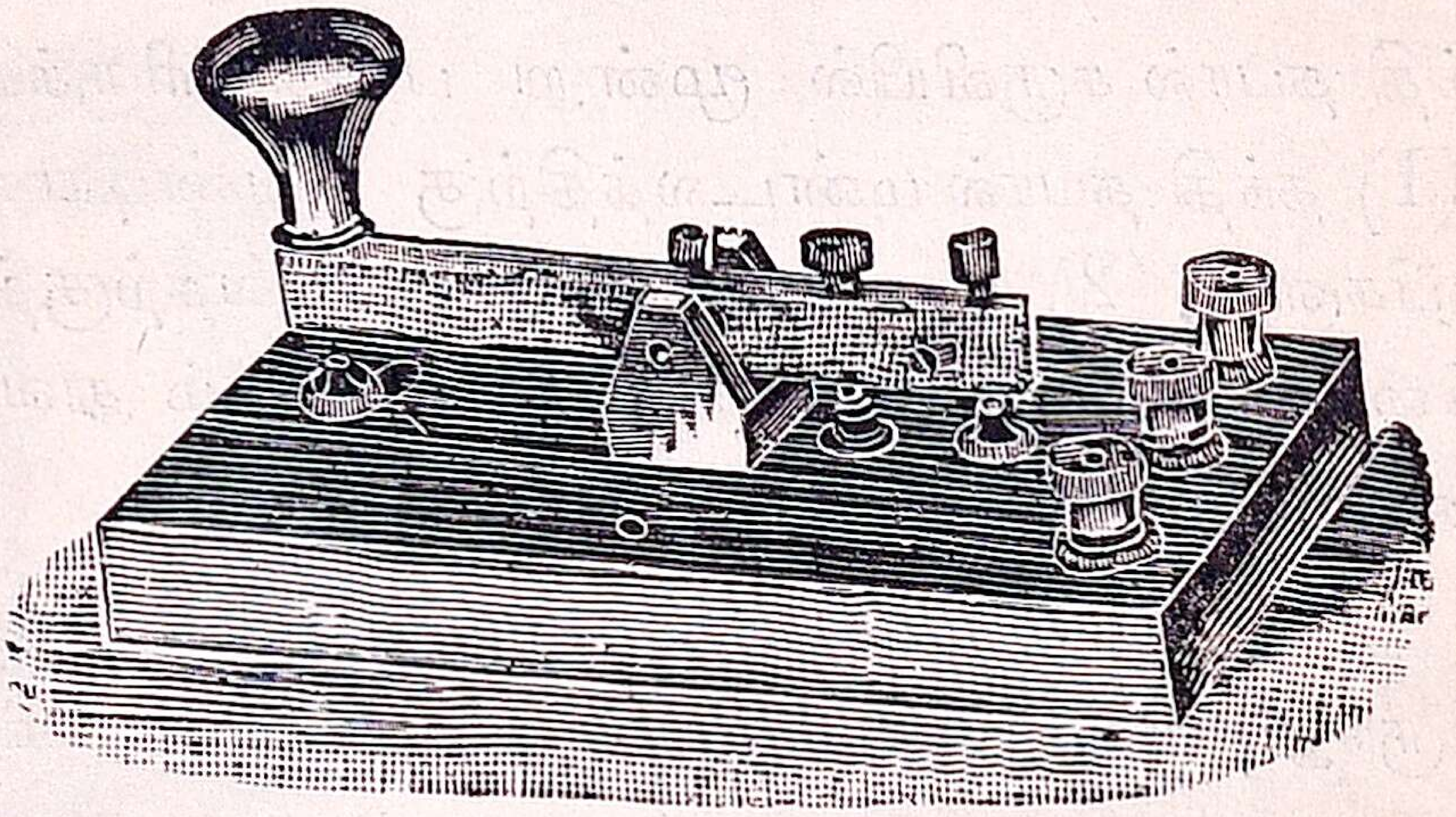
படம் 74.

தந்தி தபால் மண்டலம்.

டிருக்கும் அவாஹி (insulator) களாகிய பீங்கான் கிண்ணங்களில் கட்டப்பட்டிருக்கும் கம்பிகளின் வழியாய் மின் சார பிரவாகம் மற்றொரு ஊரிலிருக்கும் துவனிக்கும் கருவி (sounder) யின் வழியாய் அங்குள்ள பாட்டரிக்குச் செல்லுகிறது. இரண்டு ஊர்களிலுமுள்ள பாட்டரியின் மறு நுனிகள் கம்பிகளால் பூமியில் பதிக்கப்பட்டிருக்கும் உலோகத் தகடுகளோடு சேர்க்கப்பட்டிருக்கின்றன. பூமியானது நல்ல

மின்சார வாஹக (**conductor**) மாகையால் விசையை அழுத்தும்பொழுது பூமி மின்சார மண்டலத்தைப் பூர்த்தி செய்யும் மற்றொரு கம்பியாக உபயோகமாகிறது.

2. சமாசாரத்தை அனுப்பும் விசைக் கருவி:—இது ஒரு நுனியில் அவாஹி பொத்தான் உள்ள முதல் வகுப்பு

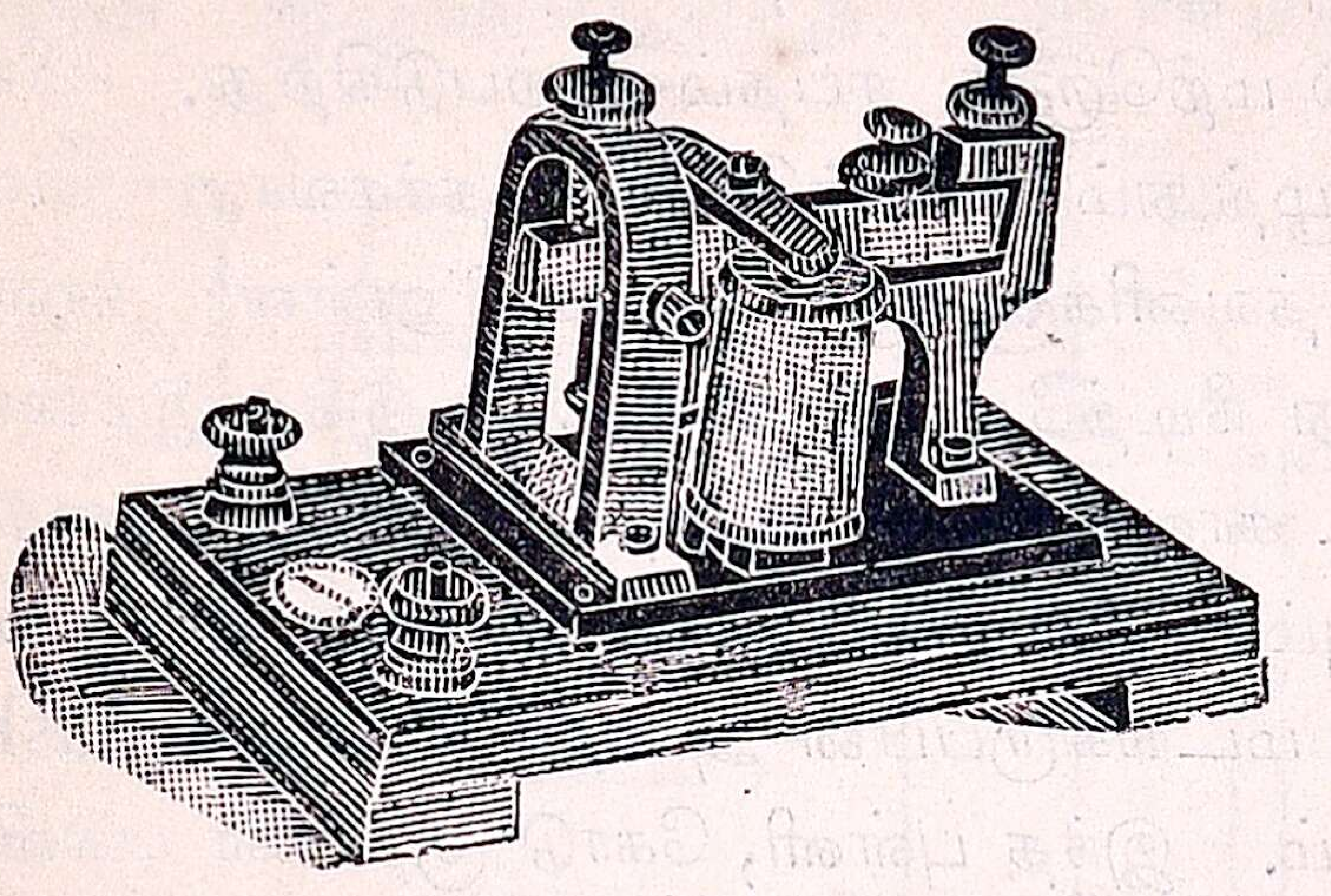


படம் 75.

தந்தி தபால் விசைக் கருவி.

நெம்பு கோல் போன்றது. நெம்புகோலில் பொத்தானின் அடியில் உலோக ஆணி ஒன்றும், அதற்கு நேர்க்கீழாக கருவியின் அடிப்பலகையில் உலோக ஆணி ஒன்றுமிருக்கின்றன. இவ்வாணிகள் ஒரு வில்லினால் ஒன்றோடொன்று படாமலிருக்கும்படி செய்யப்பட்டிருக்கின்றன. நெம்பு கோல் தந்திக் கம்பிகளுடனும், அடிப்பலகையிலுள்ள ஆணி பாட்டரியினுடனும் சேர்க்கப்பட்டிருக்கின்றன. விசையின் பொத்தானை அழுத்துவதால் இரண்டு ஆணிகள் பட்டு, மின்சார மண்டலம் பூர்த்தியாகி, மற்றொரு ஊரிலிருக்கும் துவனிக்கும் கருவி, பொத்தான் அழுத்தப்படும் காலத்திற்குத் தக்கவாறு துரிதமாகவோ தாமதித்தோ சப்திக்கும்.

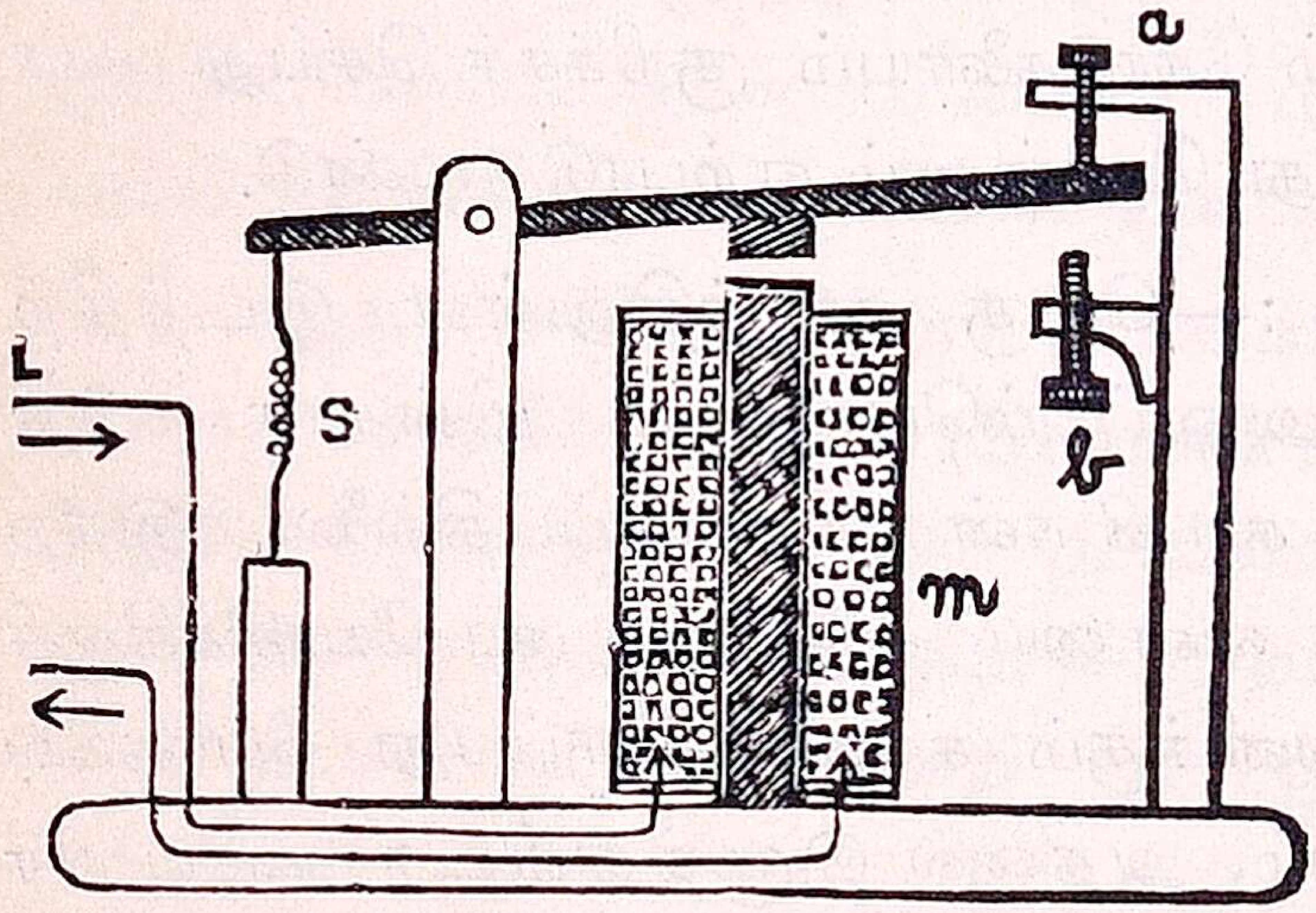
3. துவனிக்கும் கருவி (Sounder) :—இதில் மின்சார காந்தம் ஒன்றிருக்கிறது (படம் 77-m). இதற்கு முன், ஒரு புறத்தில் பதிக்கப்பட்டு மற்றொரு நுனி a, b, ஆணிகளுக்கிடையில் அசைந்து சப்தம் செய்யக் கூடிய நெம்புகோல் ஒன்று உண்டு.



படம் 76.

த்வனிக்கும் கருவி.

நெம்புகோலில், மின்சார காந்தத்திற்கு நேராக பிரமி (armature) ஒன்று இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. நெம்பு கோலின் மற்றொரு நுனியிலிருக்கும் S என்னும் வில் பிரமியை காந்தத்தினுடன் சேராமல் சற்று மேலே தூக்குகிறது. சமாசாரத்தை அனுப்பும் இடத்திலுள்ள விசைக்கருவி அழுத்தப்படும் பொழுது, மின்சார மண்டலம் பூர்த்தியாக்கப்பட்டு, துவனிக்கும் கருவி (sounder) யிலுள்ள m என்னும் மின்சார காந்தம் காந்தமாக்கப்பட்டு பிரமியை தன்னிடத்திற்கு இழுக்கிறது. பிரமி காந்தத்தில் பட்டு ஒரு சப்தம் ஏற்படுகிறது. இப்பொழுது மின்சார மண்டலம் பிரிக்கப்படு



படம் 77.

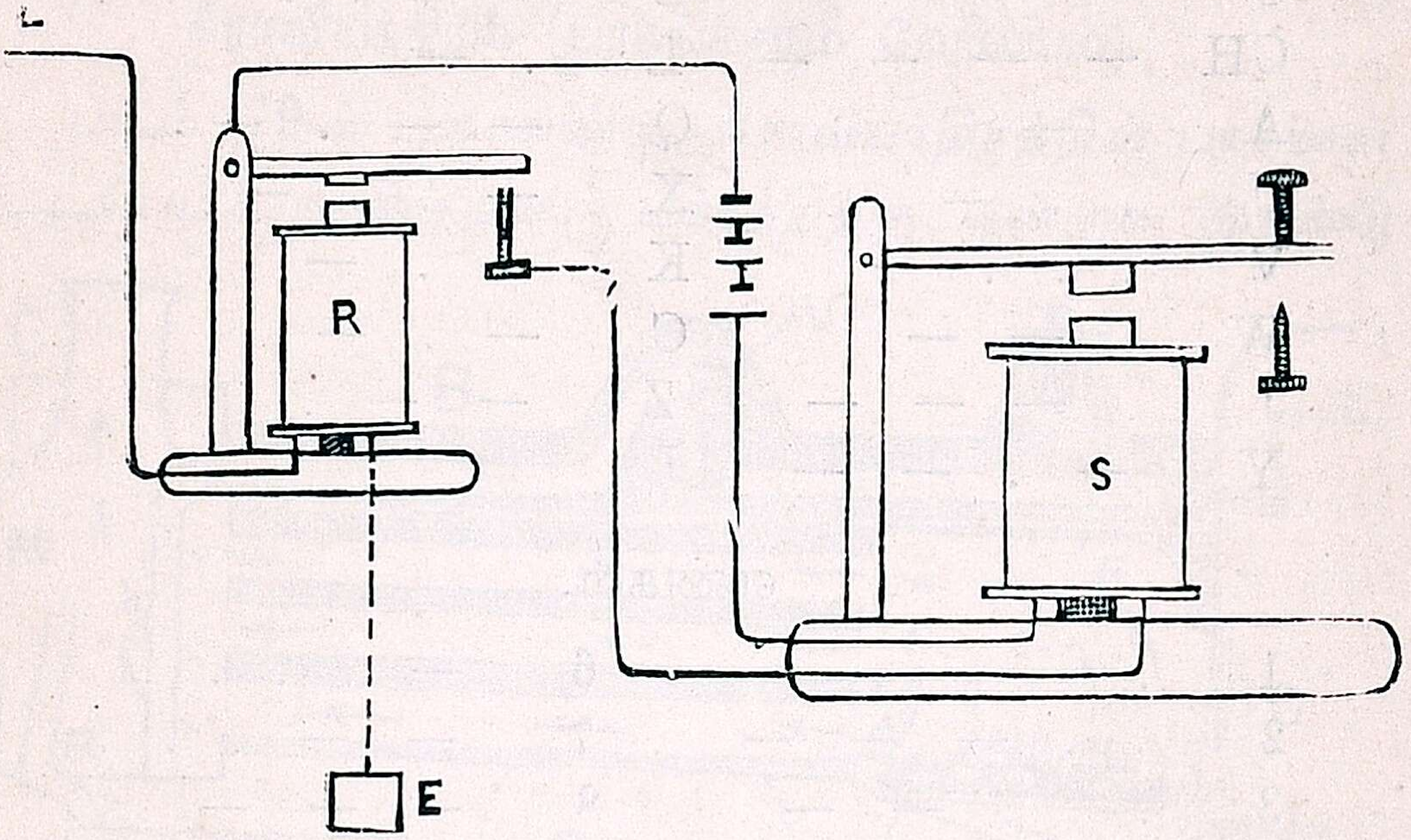
த்வனிக்கும் கருவியின் பாகங்கள்.

வதால் மின்சார காந்தம் காந்த சக்தியை இழந்து, S என்னும் வில்லால் பிரமி மேலே தூக்கப்பட்டு, நெம்புகோல் a என்னும் ஆணியில் படுவதால் மற்றொரு சப்தம் ஏற்படுகிறது. மின் சார விசையை அழுத்தும் காலத்திற்குத் தக்கவாறு மேற் குறித்த இரண்டு த்வனிகளுக்கு மிடையிலுள்ள காலம் குறைந்தோ அல்லது நீடித்தோ இருக்கும். இந்த இரண்டு த்வனிகளின் இடை காலம் வெகு குறைந்திருப்பின் அதைப் புள்ளியாக (dot) வும், மத்ய காலம் மேற்சொன்ன காலத்தை விட சுமார் மூன்று மடங்கிருப்பின் அதைக் கோடாக (dash) வும் குறிப்பிடுகிறோம். இந்த புள்ளி, கோடு குறிகளை பலவித மாகச் சேர்த்து எழுத்துக்களையும், எண்களையும் குறிக்கும் படிச் செய்யலாம்.

தந்தி தபால் அனுப்பும் திறமையுள்ளவன் இந்த த்வனி களைக் கவனித்து அவை குறிக்கும் விஷயங்களை உடனே எழு தக்கூடும். த்வனிக்கும் கருவியுடன் சேர்க்கப்பட்ட எழுது கோல், கெடியார விசையால் நகர்த்தப்படும் நீண்ட காகிதத் துண்டில் புள்ளிகளையும் கோடுகளையும் குறிக்கச் செய்து சமா சாரத்தை பின் தெரிந்து கொள்ளும் ஏற்பாடு முண்டு.

அஞ்சல் (Relay) :—வெகு தூரத்திலுள்ள இடத்திற் குத் தந்தி தபால் அனுப்பும்பொழுது மின்சார சக்தி குறைந்து த்வனிக்கும் கருவி நன்றாக சப்திப்பதில்லை. இதற் காக அஞ்சல் (relay) என்னும் கருவியை உபயோகிக்கிறார் கள். அஞ்சலிலும், த்வனிக்கும் கருவியிலிருப்பது போலவே ஒரு மின்சார காந்தமும், அதனால் இழுத்துவிடக் கூடிய பிர மியுள்ள நெம்புகோலும் இருக்கின்றன. ஆனால் அஞ்சல் வெகு நுட்பமானதால் மின்சார வோட்ட சக்தி வெகு குறைந் திருந்தபோதிலும் நன்றாக வேலை செய்யக் கூடியது. ஆகை யால் வெகு தூரத்திலிருந்து வரும் மின்சார வோட்டம் அஞ்

சல் Rன் மின்சாரகாந்தத்தைச் சுற்றியுள்ள கம்பியிற் சென்று பிரமி இழுக்கப்படுகிறது. இப்பொழுது அஞ்சலுடன்



படம் 78.

அஞ்சலின் வேலை R. அஞ்சல்; S. த்வனிக்கும் கருவி.

சேர்க்கப்பட்டிருக்கும் த்வனிக்கும் கருவி Sன் வழியாய் அங்குள்ள பாட்டரியின் மின்சார மண்டலம் பூர்த்தியாக்கப்பட்டு த்வனிக்கும் கருவி நன்ருக சப்திக்கிறது.

நியூயார்க் (New York) சர்வ கலாசாலையில் பண்டிதராயிருந்த சாமுவேல் மார்ஸ் (Samuel Morse) என்பவர் தான் 1842ம் வருஷத்தில் முதல் முதலில் வெகு தூரங்களுக்கு தந்தி தபால் அனுப்பி கீர்த்தி பெற்றவர். அவர் உபயோகித்த தந்தி தபால் சமிக்கை முறை (telegraph code) பின் வருமாறு :—

எழுத்துகள்.

E	.	F	. . — .
I	. .	P	. — — .
S	. . .	R	. — .
H	. . . .	N	— .

T	—	G	— — .
M	— —	D	— . .
O	— — —	B	— . . .
CH	— — — —	L	. — . .
A	. —	Q	— — . —
U	. . —	X	— . . —
V	. . . —	K	— . —
W	. — —	C	— . — .
J	. — — —	Z	— — . .
Y	— . — —		

எண்கள்.

1	. — — — —	6	— . . . .
2	. . — — —	7	— — . . .
3	. . . — —	8	— — — . .
4	. . . . —	9	— — — — .
5	. . . . .	0	— — — — —

4. நீராவியின் அழுத்தும் சக்தி.

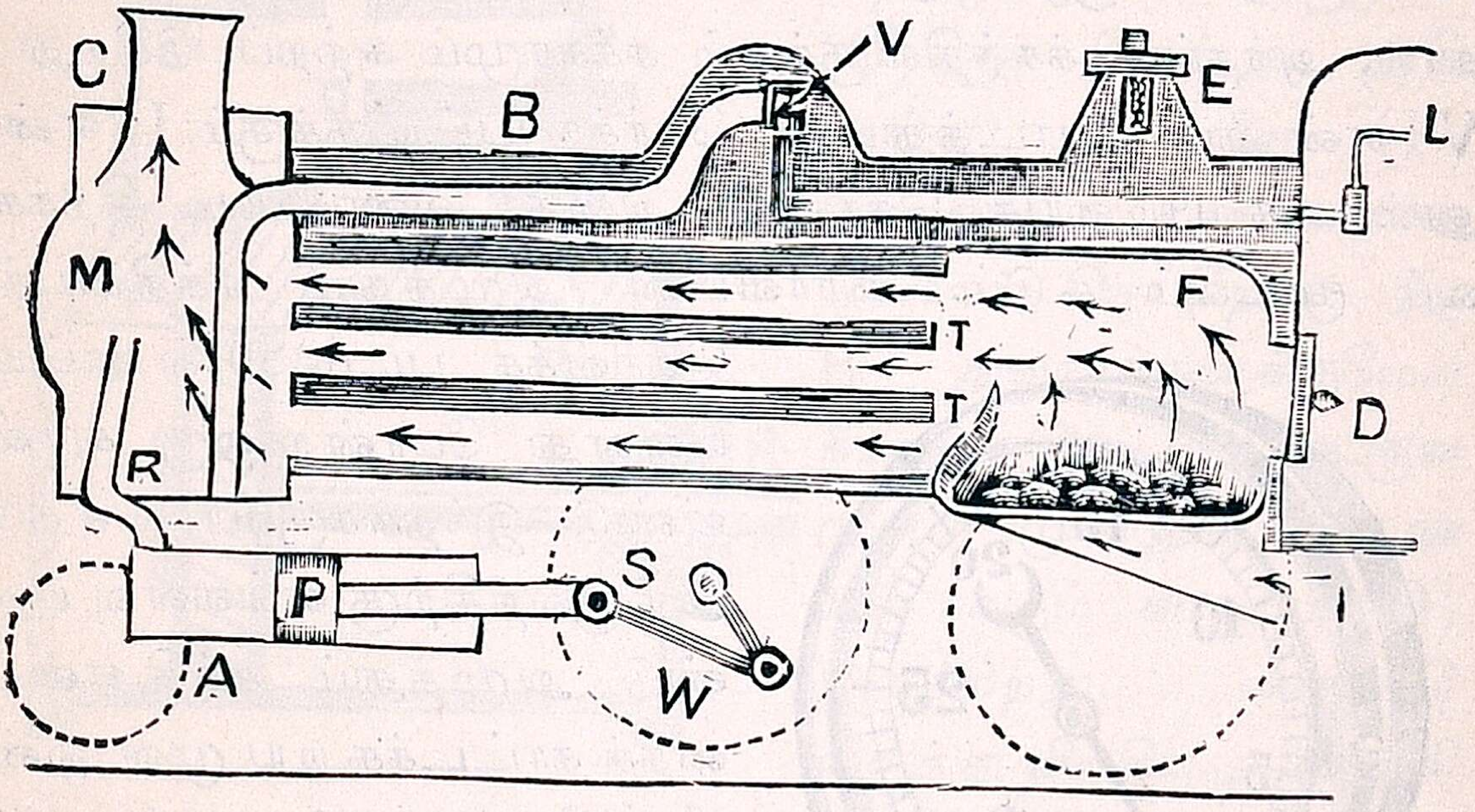
ப - சோ. 23 :—சோதனைக் குழாயில் கொஞ்சம் ஜலத்தை எடுத்துக்கொண்டு, அதன் வாயை நெட்டி அடைப்பானைக்கொண்டு தளர்த்தியாய் மூடு. குழாயை பற்றிரும்பில் **(retort clamp)** பிகித்து, ஜலத்தைக் காய்ச்சு. ஜலம் கொதித்து நெட்டி விசையுடன் வெளித்தள்ளப்படுகிறது. உஷ்ணத்தினுல் ஜலம் ஆவியாகி அதன் அழுத்தும் சக்தியால் நீராவி அடைப்பானை வெளித்தள்ளுகிறது.

மூடப்பட்ட அறையிலுள்ள நீராவியின் அழுத்தும் சக்தியால் தகுந்த உபகரணத்தைக்கொண்டு உபயோகமான வேலையைச் செய்யலாம். நீராவி யந்திரங்கள் வேலைசெய்வது நீராவியின் அழுத்தும் சக்தியைக் கொண்டுதான். இந்த யந்திரங்கள் ஒரே இடத்திலிருந்து மற்ற யந்திரங்களை வேலை செய்விக்கவும்,

அவைகளை நகர்ந்து புகைவண்டி, பாதையை சமனுக்கும் உருளைவண்டி இவைகளை இழுக்கவும் உபயோகமாகின்றன.

நீராவியந்திரம் (பாகங்களும் வேலையும்).

படம் 79-ல் புகைவண்டி நீராவியந்திரத்தின் பாகங்கள் காட்டப்பட்டிருக்கின்றன. பக்கத்திற்கு ஒன்றாக இரண்டு

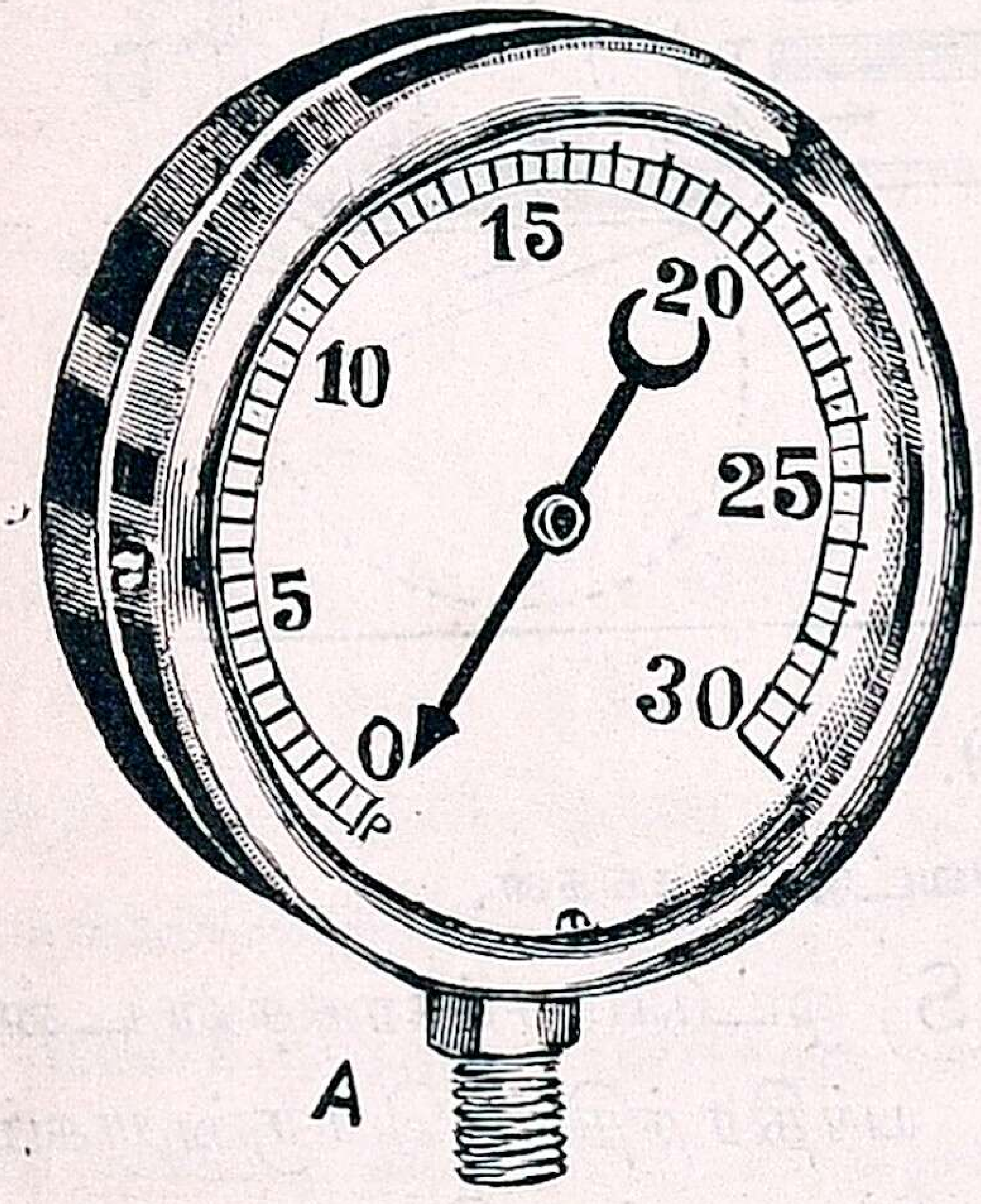


படம் 79.

நீராவியந்திரத்தின் வெட்டு பாகங்கள்.

பிஸ்டன்கள் (P), தண்டுகளால் (S) ஓட்டும் சக்கரங்களுடன் (W) சேர்க்கப்பட்டிருக்கின்றன. யந்திரத்தின் பெரும்பாகம் ஜலம் கொதிக்கும் கொப்பரை (B) தான். கொப்பரைக்கு பின் பக்கம் அடுப்பும் (F), முன் பக்கம் புகை அறையும் (M) இருக்கின்றன. கொப்பரையிலுள்ள உஷ்ணக்குழாய் களின் வழியாய், படத்தில் அம்புக்குறிகளால் காட்டியபடி, உஷ்ணக்காற்று அடுப்பிலிருந்து செல்லுகிறது. இப்பொழுது கொப்பரையிலுள்ள ஜலம் கொதித்து நீராவியாக மாறுகிறது. உஷ்ணக்குழாய்களின் வழியாய்ச் செல்லும் உஷ்ணக்காற்றும் புகையும் புகைப் பெட்டிக்குச் சென்று, புகைப்போக்கி (C)

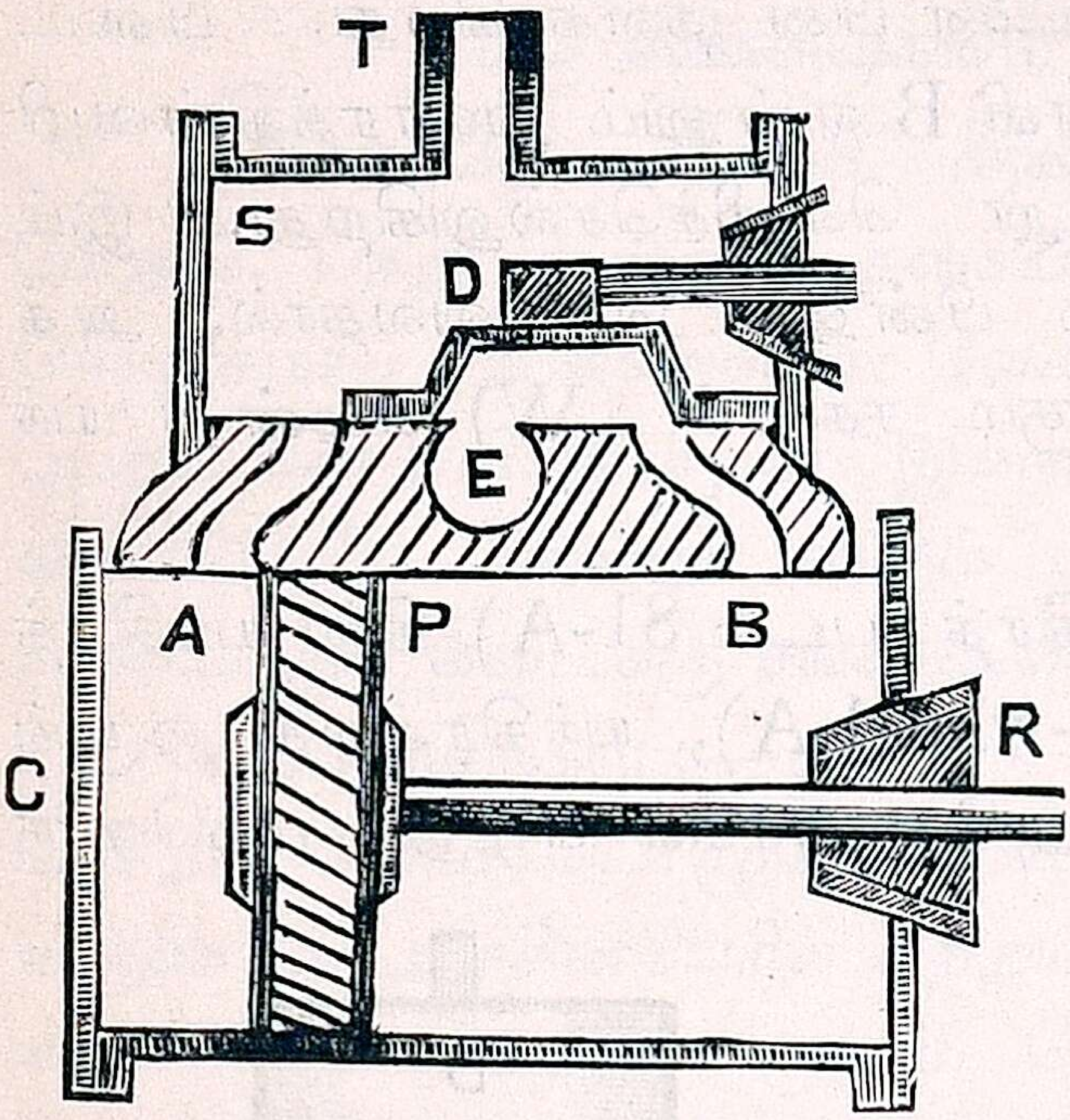
யின் வழியாய் வெளிச்செல்லுகிறது. கொப்பரையிலிருந்து நீராவி V என்னும் கபாடத்தின் வழியாய் A என்னும் குழாயினுள் பிரவேசித்து, அதிலுள்ள பிஸ்டனை (P)த் தள்ளுகிறது. பிஸ்டன் நகர்ந்து W என்னும் சக்கரத்தை சுற்றச் செய்கிறது. இம்மாதிரியே யந்திரத்தின் மற்றொரு பக்கத்திலுள்ள A என்னும் குழாயிலுள்ள P என்னும் பிஸ்டனும் நகருவதால், அந்தப் பக்கத்திலிருக்கும் சக்கரமும் சுற்றப்படுகிறது V என்னும் கபாடத்துடன் சேர்க்கப்பட்டிருக்கும் L என்னும் கைப்பிடியைக் கொண்டு அதை வேண்டியபடி திறக்கவும் மூடவும் கூடும். நீராவியின் அழுத்தும் சக்தியைத் தெரிவிக்க படம் 80-ல் காட்டியுள்ளது போன்ற ஒரு கருவி உண்டு. இந்தக்கருவியில் சதுர அங்குலத்திற்கு எவ்வளவு பவுண்டு அழுத்தும் சக்தி என்பதைக் காட்டக்கூடிய முள் ஒன்றிருக்கிறது. இந்த முள் நகர்ந்து நீராவியின் அழுத்தும் சக்தியைக் காண்பிக்கிறது. நீராவியின் அழுத்தும் சக்தி எப்பொழுதாவது வேண்டிய அளவுக்குமேல் அதிகரித்தால், நீராவி தானகவே E என்னும் க்ஷேமகபாட (safety valve)த்தின் வழியாய் வெளிச்செல்லுகிறது. இதனல் கொப்பரைக்கு அபாயம் நேருவதில்லை.



படம் 80.
நீராவியின் அழுத்தும் சக்தியை அளக்கும் கருவி.

கொப்பரையில் உண்டாகும் நீராவி, யந்திரத்தின் சக்கரத்தை எவ்வாறு சுற்றச்செய்கிறது என்பதை கவனிப்போம்.

படம் 81-ல் காட்டியுள்ள C என்னும் நீராவிக் குழாயும், பெட்டி S-ம் நீராவியைக்கொண்டு சக்கரத்தைச் சுழலவைக்கும் சாதனங்கள். நீராவிப் பெட்டிக்கு T குழாய் வழியாய் நீராவி செல்லுகிறது. இந்தப் பெட்டியிலிருந்து நீராவி இரண்டு துவாரங்கள் (A, B) வழியாய் நீராவி குழாய் (C)க்குச் சென்று, அதிலுள்ள பிஸ்டனை (P) முன்னும் பின்னுமாகச் செல்லச் செய்கிறது. A, B துவாரங்களுக்குமேல் நீராவிப் பெட்டி D உருவமுள்ள முன்னும் பின்னுமாக நகரும் கபாடம் (D) இருக்கிறது. மையத்திலிருந்து விலகிய அச்சாணியுள்ள சக்கர (**eccentric**)த்துடன் சேர்ந்துள்ள ஒரு சட்டம் இந்தகபாடத்தை பிஸ்டன் நகருவதற்கு எதிர்த்திசையில் நகரச்செய்கிறது. நீராவி A என்னும் துவாரத்தின் வழியாக C என்னும் குழாயினுள்சென்று, P என்னும் பிஸ்டனை வெளித்தள்ளும் பொழுது D என்னும் கபாடம் முன் தள்ளப்பட்டு A என்னும் துவாரம் மூடப்படுகிறது. இப்பொழுது B என்னும் துவாரம் திறக்கப்பட்டு அதன் வழியாய் C என்னும் குழாய்க்குள் நீராவிசென்று பிஸ்டனைமுன் தள்ளுகிறது. பிஸ்டன் முன் நகரும்பொழுது அதற்கு முன்னிருக்கும் நீராவி A என்னும் துவாரத்தின் வழியாய்ச் சென்று அத்துடன் சேர்க்கப்பட்டிருக்கும் வெளிப்போக்கியாகிய E

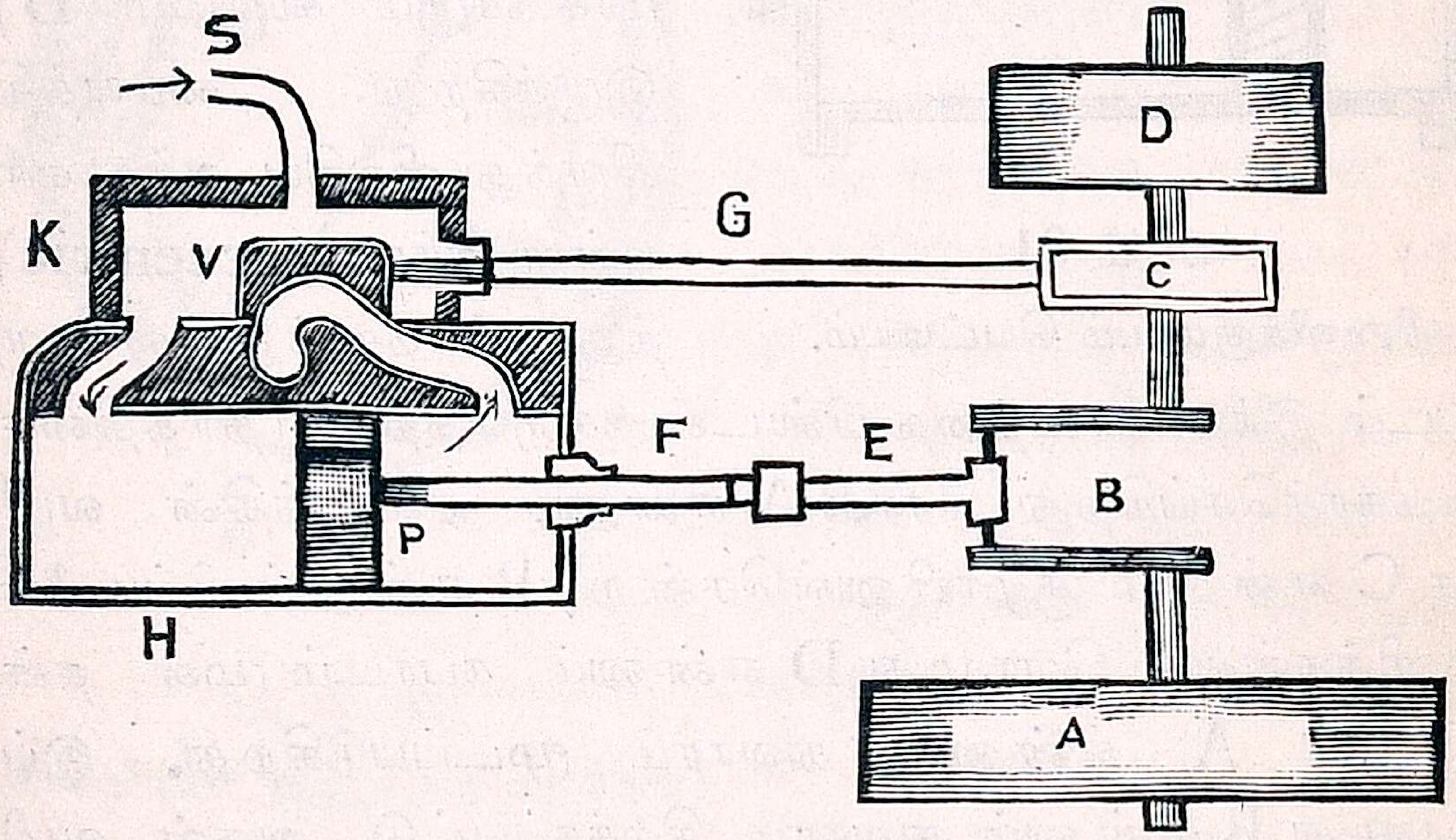


படம் 81.

நீராவிக்குழாயும் பெட்டியும்.

குழாய் வழியாய் வெளிச்செல்லுகிறது. பிஸ்டன் முன் செல்லும்பொழுது கபாடம் பின் நகர்ந்து, B என்னும் துவாரத்தை மூடி, A என்னும் துவாரத்தைத் திறக்கிறது. இப்பொழுது நீராவி A என்னும் துவாரத்தின் வழியாய்ச் சென்று, முன் மாதிரி பிஸ்டனை பின் தள்ளுகிறது. பிஸ்டனுக்குப் பின்னிருக்கும் நீராவி B என்னும் துவாரத்தின்வழியாய் E குழாய்க்குச்சென்று வெளிச்செல்லுகிறது. இம் மாதிரி பிஸ்டன் முன்னும் பின்னும் செல்லுவதால், அத்துடன் சேர்க்கப்பட்டிருக்கும் சக்கரம் (W) சுழன்று யந்திரத்தை நகரச் செய்கிறது.

நிலையான நீராவி யந்திரத் (படம் 81-A) தில் யந்திரத்தை இயக்கும் சக்கிரம் (fly-wheel-A), யந்திரத்தை ஒழுங்காகச் சுற்றச்செய்கிறது. அதே அச்சில் சுழலும் மற்றொரு



படம் 81-A.

நிலையான நீராவி யந்திரம்.

A. இயக்கும் சக்கிரம்; B. சுழற்றி (crank);

C. மையத்திலிருந்து விலகிய அச்சாணியுள்ள சக்கரம் (eccentric);

D. பட்டை சேர்க்கப்படும் சக்கரம்.

சக்கிரம் தோல் அல்லது நார் பட்டையால் சேர்க்கப்பட்டுள்ள யந்திரங்களை வேலை செய்யச் செய்கிறது. கைத்தொழிற் சாலைகளில் நீராவி யந்திரம் சாதாரணமாய் சக்திக்கு மூலகாரணமாயிருக்கிறது.

5. ஸங்கர்ஷணம் (Friction).

ப-சோ. 24:—கோலி குண்டு ஒன்றை மேஜையின் மேலும், பந்து ஒன்றை தரையிலும் உருட்டு. கொஞ்சங் கொஞ்சமாய் அவைகளின் வேகம் குறைந்து கடைசியில் அவை நின்றுவிடுகின்றன. இவைகளின் சலனத்திற்கு தடை ஏற்படுகிறது. வஸ்து நகரும் பரப்பின்மேல் உரைதலால் உண்டாகும் தடைக்கு சங்கர்ஷணம் என்று பெயர்.

உபயோகங்கள்:—இரண்டு வஸ்துக்கள் ஒன்றின்மேல் ஒன்று நகரும் பொழுதெல்லாம் உரைதல் ஏற்படுகிறது. உருளைகள் அச்சின்பேரில் சுற்றும்பொழுதும், வண்டிச் சக்கரங்கள் பாதையில் உருளும் பொழுதும், நாம் நடக்கும் பொழுதும் சங்கர்ஷணம் உண்டாகிறது. சேருள்ள பாதையும், வழவழப்பான சரிவும் உரைதல் இல்லாததால் சறுக்குகின்றன. புகை வண்டிகளின் சக்கரங்களுக்கும் அவை நகரும் தண்டவாளங்களுக்கும் சங்கர்ஷணமில்லாவிட்டால் வண்டி நகரமுடியாது. வஸ்துக்கள் நகருவதற்கும், நகரும் வஸ்துக்களை நிறுத்துவதற்கும், சங்கர்ஷணம் அவசியம். ஆகையால் சங்கர்ஷணம் உயிர்வாழ்க்கைக்கு இன்றியமையாதது. பண்டை காலத்தில் ஜனங்கள் இரண்டு கட்டைகளை ஒன்றோடொன்று தேய்த்து நெருப்பு உண்டாக்கினார்கள் என்று நாம் படித்திருக்கிறோம். இதற்கும் சங்கர்ஷணம் தான் காரணம்.

தேய்க்கப்படும் பரப்புகளின் குணம், உருவம், பளுவு இவைகளுக்குத் தக்கவாறு சங்கர்ஷணத்தின் அளவு இருக்

கிறது. மழமழப்பான பரப்புகளில் சங்கர்ஷணம் குறைவு. ஒரு வஸ்து மற்றென்றின்மேல் உருண்டு செல்லும்பொழுது சங்கர்ஷணம் குறைந்தும், அதே வஸ்து சறுக்கிச்செல்லும் பொழுது சங்கர்ஷணம் அதிகமாயுமிருக்கும். இக் காரணத் தைக்கொண்டு தான் வண்டிகளுக்கு சுழலும் சக்கரங்களேயும், ஜலம் இழுப்பதற்கு சுற்றும் உருளேகளேயும் உபயோகிக் கிறோம். பனிக்கட்டியின் மேல் பரப்பில் சங்கர்ஷணம் குறைந் திருப்பதால், அதன் மேல் நடப்பதற்கு சங்கர்ஷணத்தை அதிகமாக்கும் இரும்புவில்பதிந்துள்ள பாதரகைஷகளே உப யோகிக்கிறார்கள். இக்காரணத்தினுலேயே கிரீன்லாந்து தேசத் தார் பனி மூடியதரையில் பிரயாணம் செய்ய சக்கரமில்லாத வண்டிகளே உபயோகிக்கிறார்கள்.

பிரதிகூலங்கள் :—யதேச்சையான சலனத்திற்கு எப் பொழுதும் சங்கர்ஷணம் தடையாயிருக்கிறது. சங்கர்ஷண மிருப்பதால் யந்திரங்கள் உபயோகிக்கும் சக்தியைவிட அவை களினுல் ஏற்படும் பிரயோஜனம் குறைவாக இருக்கிறது. யந்திரம் உபயோகிக்கும் சக்தியளவு அதிலிருந்து பலனேப் பெறுவது தான் நாம் யந்திரங்களே உபயோகிப்பதின் நோக் கம். ஆகையால் சங்கர்ஷணத்தை கூடுமான வரையில் குறைப் பது அவசியம்.

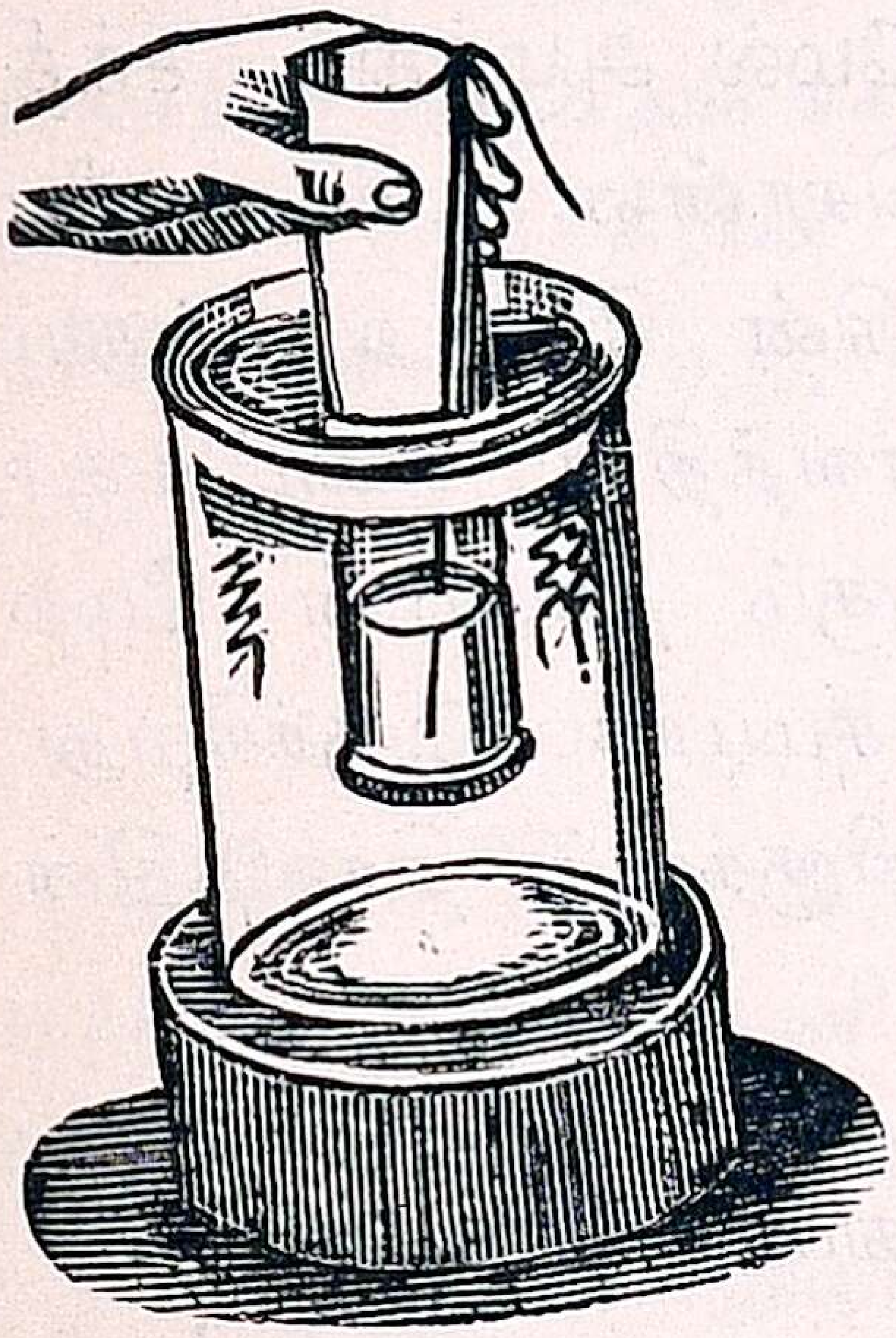
வழவழப்பாக்கும் வஸ்துக்கள் :—யந்திரங்களின் நகரும் பாகங்களே மழமழப்பாக்குவதால், தேய்ப்பு குறைகிறது. இதற்காக எண்ணெய்கள், கொழுப்புகள் இவைகளே உபயோ கிக்கிறோம். வண்டிச் சக்கரம் அச்சுடன் உரைந்து சப்திக் கும்பொழுதும், ஜலம் இழுக்க உபயோகிக்கும் உருளே சப் திக்கும் பொழுதும் நாம் என்ன செய்கிறோம்? அதிவேகமாக சுழன்று அதிக உஷ்ண நிலேயை உண்டாக்கும் யந்திரங்களின் பாகங்களில் எண்ணெய்ப் பசைகளே திருப்திகரமாய் உபயோ

க்கமுடியாததால், அவைகளுக்குப் பதிலாக நயமாகப் பொடியாக்கப்பட்ட லேககத்தை (graphite) உபயோகிக்கிறார்கள்.

6. திரவங்களின் அழுத்தும் சக்தி.

ஒரு மட்டப்பரப்பில் திரவங்களின் அழுத்தும் சக்தி:— திரவங்களுக்கு மேல் நோக்கி அழுத்தும் சக்தி உண்டென்பதை அடியில் கண்ட பரிசோதனையால் நிரூபிக்கலாம்.

ப-சோ. 24:—இருபக்கமும் திறந்துள்ள ஒரு கண்ணாடிச் சிம்னியை எடுத்துக்கொள் (படம் 82). இலேசாயும் வட்ட வடிவமுள்ளதுமான ஒரு கண்ணாடித் தகட்டின் மத்தியில் மெல்லிய நூலின் ஒரு நுனியை அரக்கினால் ஒட்டவை. நூலின் மறு நுனியை சிம்னியின் வழியாய் விட்டு, குழாயின் அடிவாயை நன்றாக மூடும்படி நூலை இழுத்துப் பிடித்துக்கொண்டு, தகட்டுடன் சிம்னியை பாத்திரத்திலுள்ள ஜலத்தில் அழுத்து. இப்பொழுது சிம்னியை மட்டும் பிடித்துக்கொண்டு நூலை விட்டுவிட்டால், தகடு கீழே விழாமல் சிம்னியோடு ஒட்டிக்கொண்டிருக்கிறது. தகடு விழாமல் இருப்பதற்குக் காரணம் ஜலத்தின் மேல் நோக்கி அழுத்தும் சக்திதான். குழாய்க்குள் வர்ண ஜலத்தை வெளியிலிருக்கும் ஜலமட்டம் வரையில் ஊற்று. தகடு கீழே விழுகிறதில்லை. குழாய்க்குள்ளிருக்கும் ஜலத்தின் கீழ்நோக்கி அழுத்தும் சக்தியும், வெளியிலிருக்கும் ஜலத்தின் மேல் நோக்கி அழுத்தும் சக்தியும் சமமாயிருப்பதால் தகடு கீழே விழுகிறதில்லை. ஒரே மட்டத்தில் ஜலத்தின்



படம் 82.
திரவங்களின் அழுத்தும் சக்தி.

கீழ்நோக்கி அழுத்தும் சக்தியும் மேல் நோக்கி அழுத்தும் சக்தியும் சமம் என்று இதனால் தெரிந்து கொள்ளுகிறோம்.

உள் ஜல மட்டம் வெளி ஜல மட்டத்திற்குக் கொஞ்சம் மேலே இருக்கும்படி ஜலம் ஊற்று. தகடு கீழே விழுகிறது. ஜலத்தின் கீழ்நோக்கி அழுத்தும் சக்தி ஜலத்தின் மேல் நோக்கி அழுத்தும் சக்தியைவிடக் கொஞ்சம் அதிகமானவுடன் தகடு கீழே விழுகிறது. மற்ற திரவங்களைக் கொண்டும் இந்த உண்மையை நிரூபிக்கலாம்.

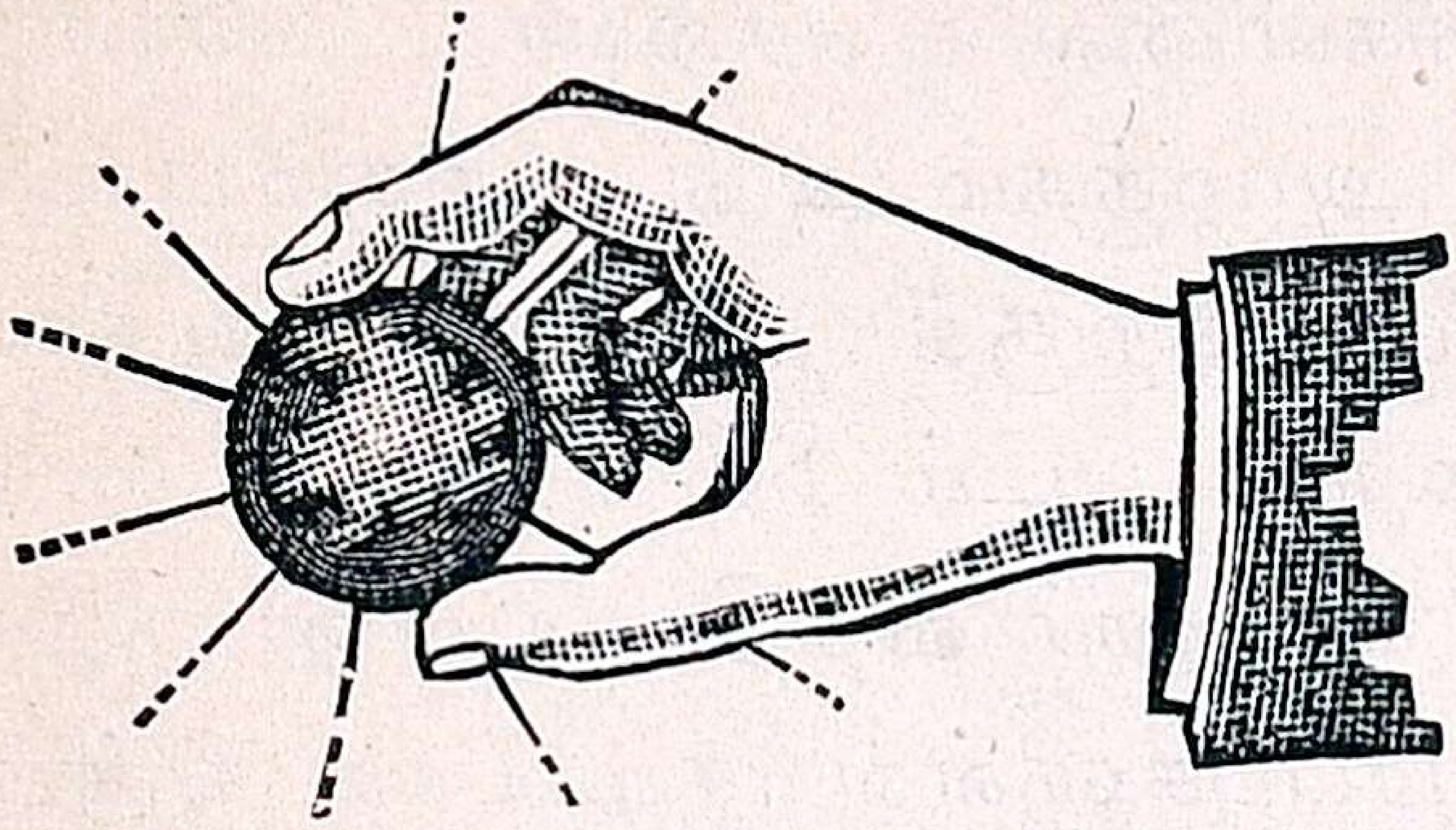
திரவங்களில் மூலபரப்பளவின் மேல் அழுத்தும் சக்தி (Pressure on Unit Area) :—மேற்சொன்ன பரிசோதனையில் தகட்டின் மேலிருக்கும் திரவத்தின் கீழ் அழுத்தும் சக்தி அத்தகட்டின் மேலிருக்கும் திரவத்தின் எடைக்குச் சமம். இந்த சக்தி சமமட்டத்திலிருக்கும் தகட்டின் மேற்பரப்பில் ஒவ்வொரு மூலப்பரப்பிலும் சமமாக இருக்கிறது. தகட்டின் பரப்பு A ம், அதன் மேலிருக்கும் திரவத்தின் அழுத்தும் சக்தி P ம் ஆனால்,

மூலப்பரப்பளவின் மேல் அழுத்தும் சக்தி $p = \frac{P}{A}$.

தட்டின்மேல் ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் இதே அளவு சக்திதான் அழுத்துகிறது.

திரவத்தின் அழுத்தும் சக்தி எல்லாப் பக்கங்களிலும் செல்லச் செய்தல் (Transmissibility of Liquid Pressure) :— திரவத்தின் அழுத்தம் ஒரு புள்ளியில் மாறுபட்டால், மற்ற புள்ளிகளிலும் அது மாறுபடுகிறது. அழுத்துவதனால் திரவங்களின் கன பரிமாணத்தைச் சுருக்க முடியாது. ஆகையால் மற்ற எல்லாப் புள்ளிகளிலும் ஏற்படும் அழுத்தத்தின் மாறுபாடு ஒன்றே யாகும். இதை பின்வரும் பரிசோதனைகளால் நிரூபிக்கலாம்.

ப - சோ. 25:—குண்டூசியினால் குத்தப்பட்ட பல சிறு துவாரங்களுள்ளதும், ஒரு பெரிய துவாரமுள்ளதுமான ஒரு ரப்பர் பந்தை ஜலத்தால் நிரப்பு. கட்டை விரலால் பெரிய துவாரத்தை மூடிக் கொண்டு, பந்தை அழுத்தி

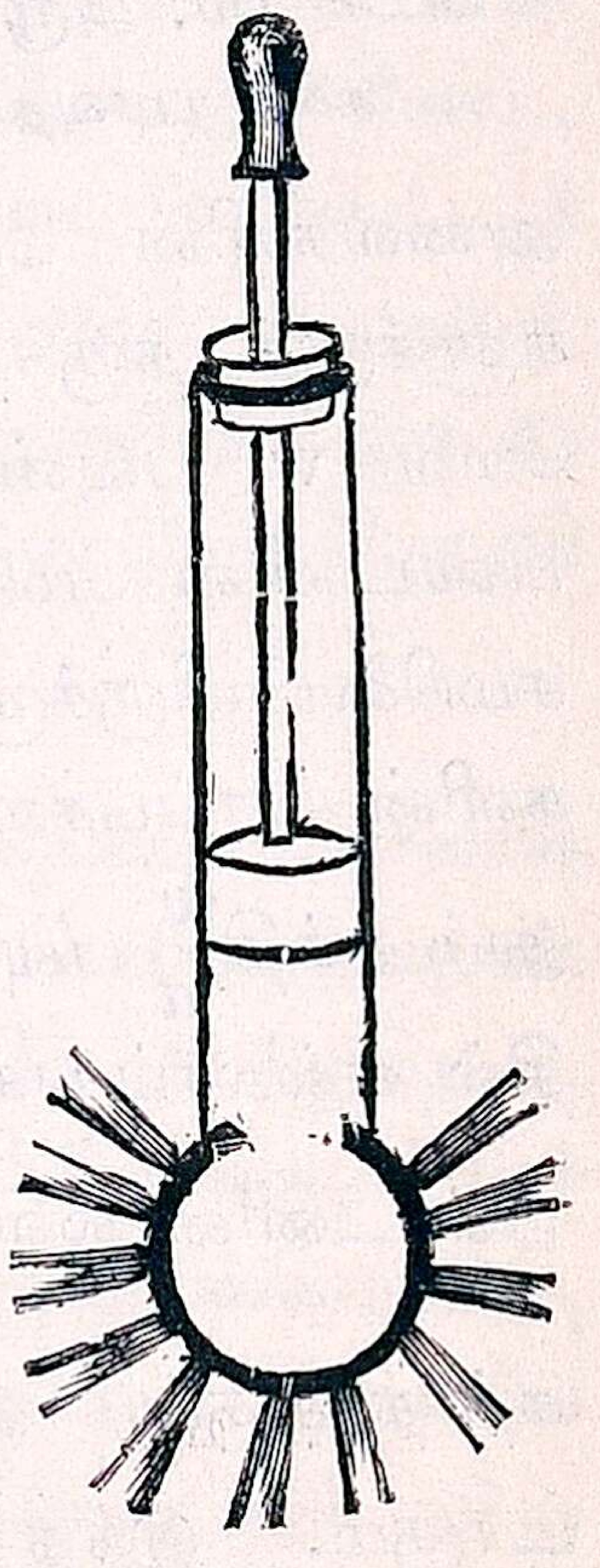


படம் 83.

ஜலத்தின் அழுத்தும் சக்தி பரவுதல்.

னால் சிறு துவாரங்களின் வழியாய் ஜலம் ஒரேவேகத்துடன் சக்கரத்தின் ஆரைக்கால்களைப்போல் பீரிட்டுவெளியே செல்லுகிறது.

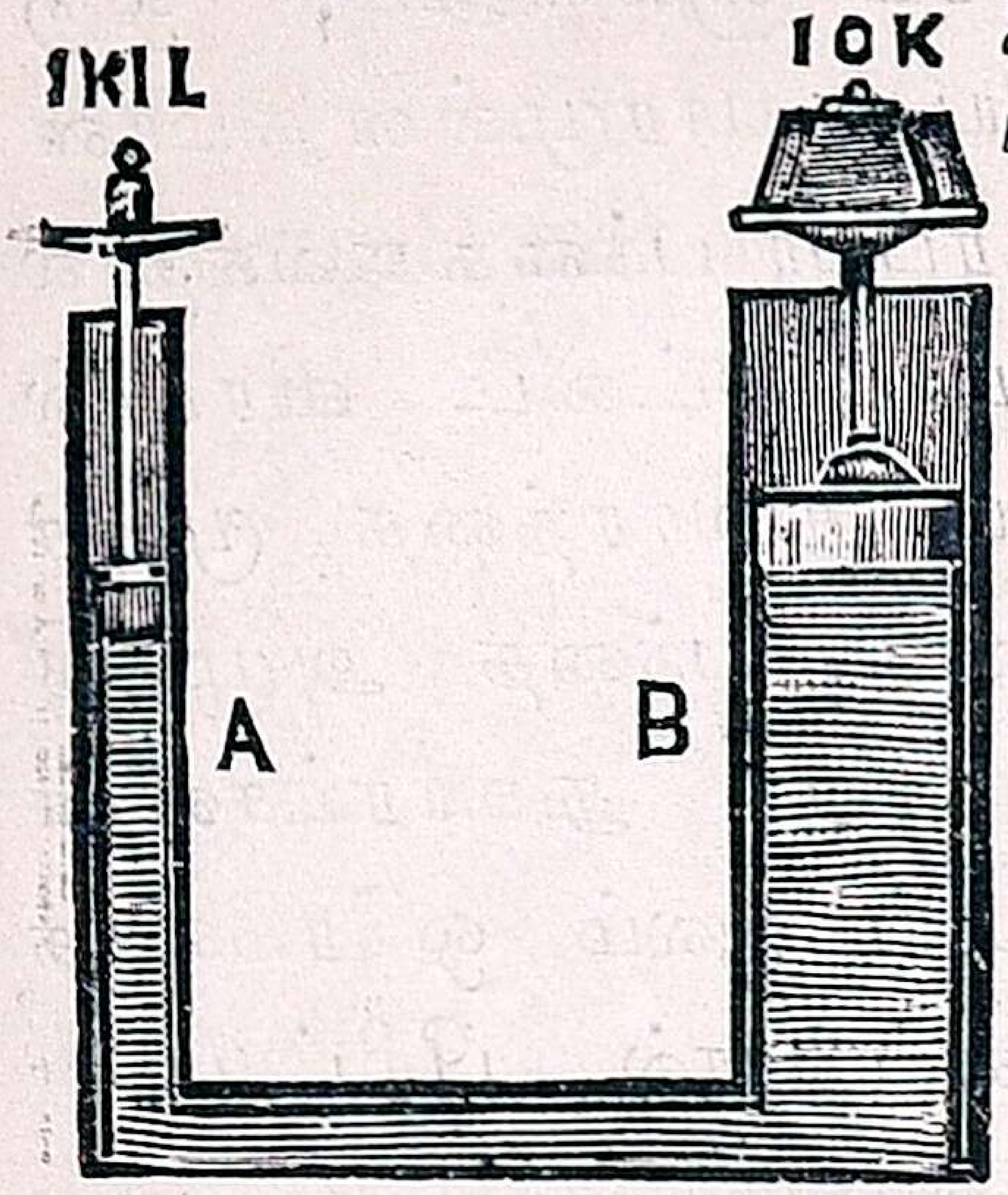
ப-சோ. 26:—84 நெ. படத்தில் காட்டியபடி ஒரு நுனி உருண்டையாயும், உருண்டையான பாகத்தில் ஒரே பரப்புள்ள பல துவாரங்களமைந்துள்ளதுமான ஒரு கண்ணாடிக்குழாயில் பிஸ்டன் ஒன்றிருக்கிறது. குழாயில் ஜலத்தை நிரப்பி பிஸ்டனை கீழே அழுத்து. துவாரங்களின் வழியாக ஜலம் பீரிட்டு ஒரே விசையுடன் சகடக்கால் கம்புகள் போல் வெளியே வருகிறது.



படம் 84.

ஜலத்தின் அழுத்தும் சக்தி பரவுதல்.

திரவங்களின் அழுத்தும் சக்தியை செல்லச் செய்தல் :—



படம் 85. அழுத்தும் சக்தி பரவுதல்.

திரவங்களினுல் செல்லச் செய்யப்பட்ட அழுத்தம் அது தாக்கும் பரப்பு அதிகமாவதற்குத் தக்கவாறு அதிகப்படுகிறது. படம் 85-ல் காட்டியபடி A, B என்னும் வித்தியாசமான குறுக்குப் பரப்புகளுள்ள குழாய்கள் ஒன்று சேர்க்கப்பட்டிருக்கின்றன. இந்த குழாய்கள் ஜலத்தால் நிரப்பப்பட்டு இவைகளில் நகரக்கூடிய இரு பிஸ்டன்களிருக்கின்றன. ஒரு மூலப் பரப்பளவில் அழுத்தும் சக்தி ஒவ்வொரு பிஸ்டனிலும் ஒன்றேயாயினும், அவைகளின் மேல் தாக்கும் சக்தி பிஸ்டன்களின் பரப்புகளுக்குத் தகுந்தவாறு வித்தியாசப்படும். சிறு பிஸ்டனின் மேல் w பவுண்டு எடையை வைக்கும் பொழுது பெரிய பிஸ்டனின் மேல் W பவுண்டு எடை வைத்தால்தான் அவை சமநிலையிலிருக்கும். A, a முறையே பெரிய, சிறிய பிஸ்டன்களின் பரப்புகளானுல், சிறிய பிஸ்டன் மூலப் பரப்பில் அழுத்தும் சக்தி $\frac{w}{a}$ பவுண்டாகும். இந்த அழுத்தும் சக்தி ஜலத்தில் எல்லாப் பக்கங்களிலும் சமமாகச் செலுத்தப்பட்டு பெரிய பிஸ்டனின் ஒவ்வொரு மூலப்பரப்பின் மேலும் $\frac{w}{a}$ பவுண்டாகத் தாக்கும். அதன் மேல் முழு அழுத்தம் $\frac{w}{a} \times A$ பவுண்டாகும். இந்த அழுத்தம் W பவுண்டுக்குச் சமமாகும்.

ஆகையால் $W = \frac{w}{a} \times A$.

$$\therefore \frac{W}{w} = \frac{A}{a}$$

இதனால், அழுத்தும் சக்தி அது தாக்கும் பரப்பின் அளவுக்குத் தகுந்தபடி இருக்கிறது என்று தெரிகிறது.

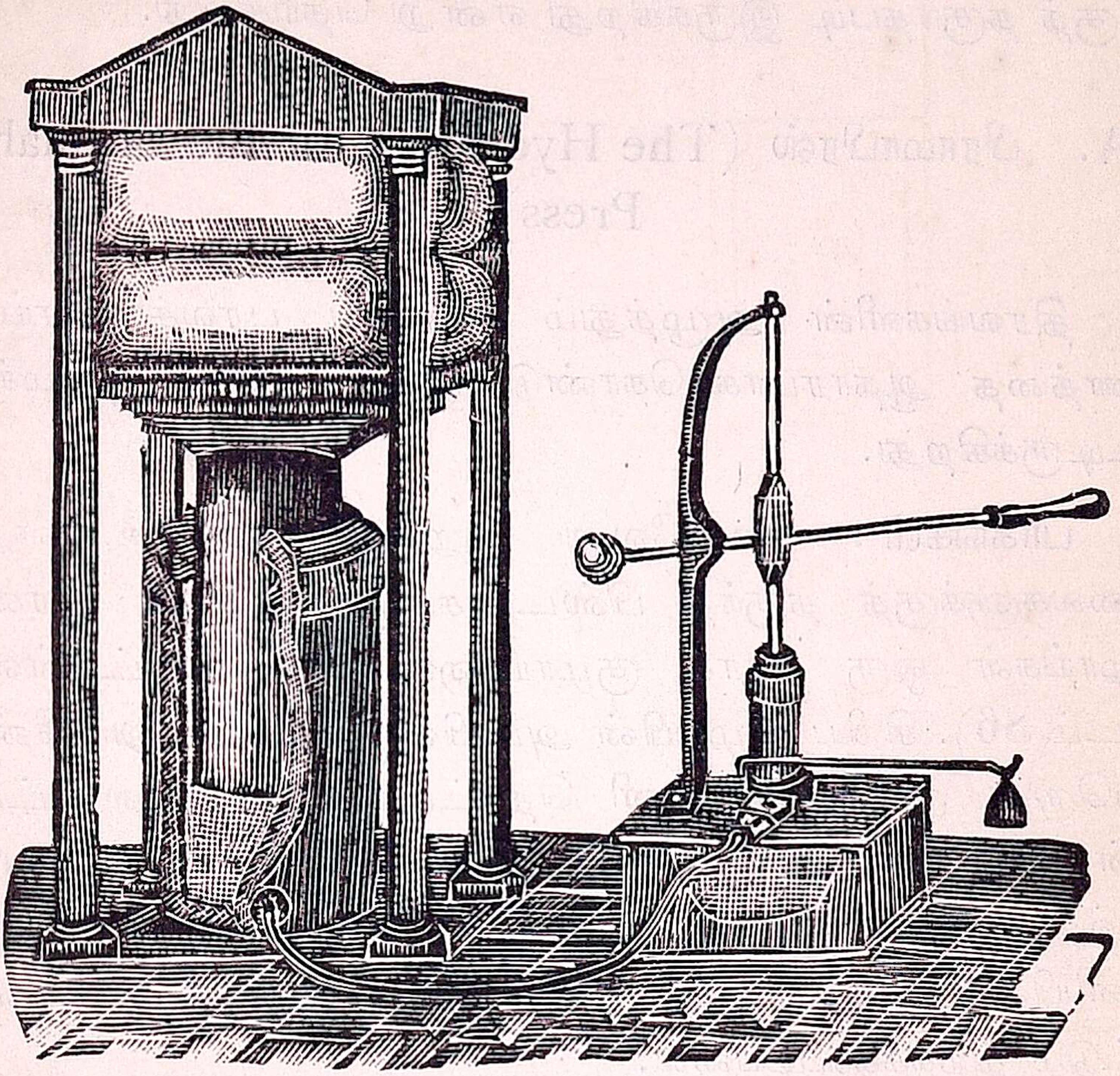
A. பிராமாபிரஸ் (The Hydraulic or the Bramah Press).

திரவங்களின் அழுத்தும் சக்தியை பரவச் செய்யும் குணத்தை ஆதாரமாகக்கொண்டு இந்த யந்திரம் அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது.

பாகங்கள் :—வெவ்வேறு குறுக்களவுகள் உள்ளதும் அவைகளுக்குத் தகுந்த பிஸ்டன்களுள்ளதுமான இரண்டு குழாய்கள் ஒரு பகரக் குழாயினால் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன (படம் 86). சிறிய குழாயின் அடியிலிருந்து செல்லும் நீண்ட மற்றொரு குழாயின் நுனி தொட்டியிலுள்ள ஜல மட்டத்தின் கீழிருக்கிறது. தொட்டியிலிருந்து வரும் குழாயின் மேல் நுனியில் ஒரு கபாடமும், பக்கக் குழாயின் ஆரம்ப நுனியில் ஒரு கபாடமுமிருக்கின்றன. இவை மேல் நோக்கி மட்டும் திறக்கக்கூடியவை.

வேலை செய்தல் :—சிறிய பிஸ்டனை நெம்பு கோலால் மேலும் கீழும் அழுத்தும் பொழுது ஜலம் பெரிய பிஸ்டன் மேல் அதிக சக்தியுடன் தாக்கி அதை மேலே தூக்குகிறது. பெரிய பிஸ்டனின் விசாலமான மேல் பரப்பில் வைத்திருக்கும் பஞ்சு மூட்டை, எண்ணெய் விதை முதலியவைகளை, மேலே குறுக்காக பிகியப்பட்டிருக்கும் அகன்ற தூணில் அழுத்துகிறது. பெரிய பிஸ்டனின் பரப்பளவு சிறிய பிஸ்டனின் பரப்பளவைவிட எவ்வளவு மடங்கு அதிகமோ அவ்வளவு மடங்கு சிறிய பிஸ்டனின்மேல் நாம் செலுத்தும் சக்தி அதிகரித்து பெரிய பிஸ்டனின் மேல் தாக்குகிறது. பஞ்சு

மூட்டைகளை இறுக்கி சிறிய மூட்டைகளாக்கவும், விதைகளி

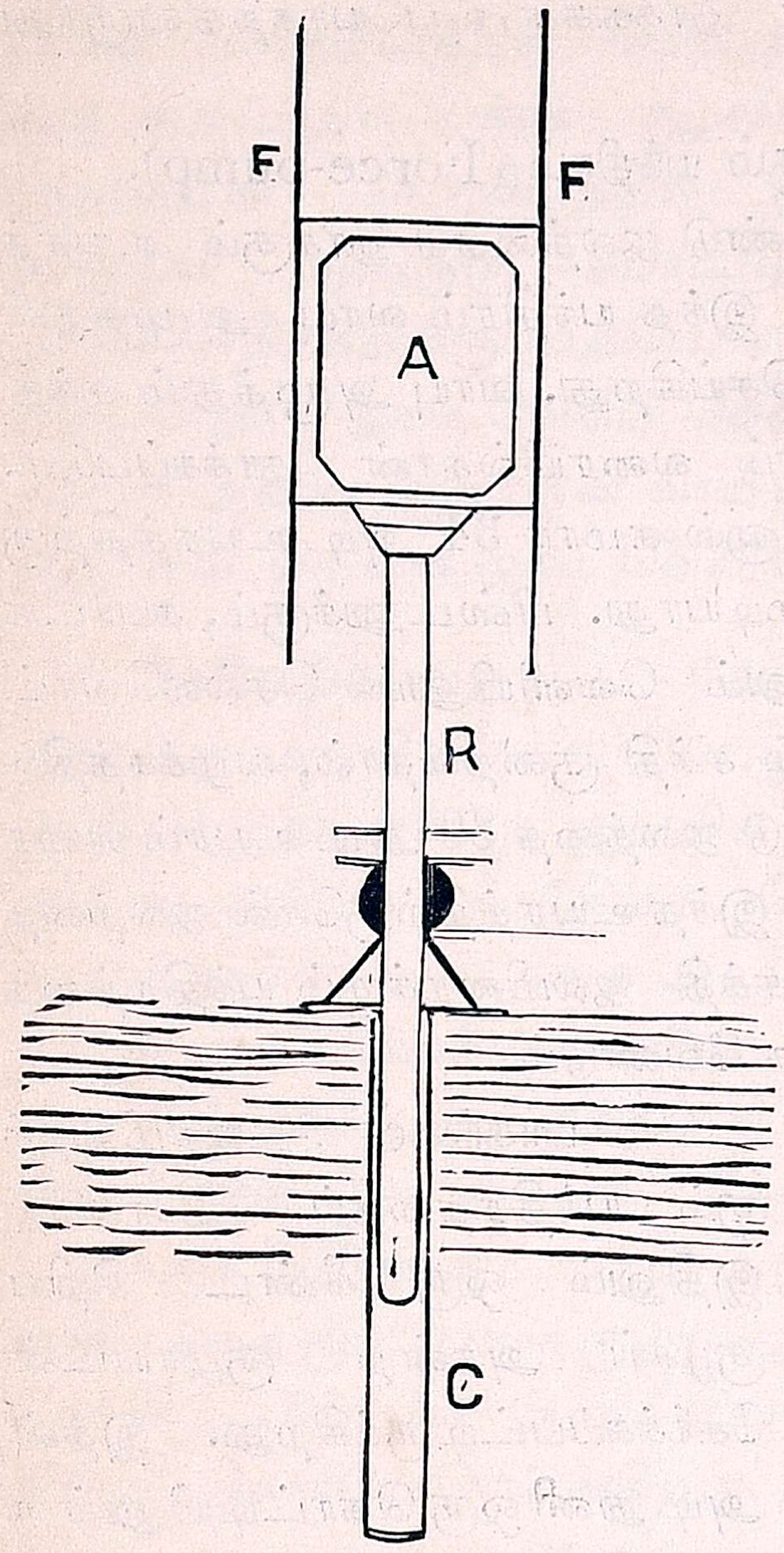


படம் 86. பிராமா பிரஸ்

லிருந்து எண்ணெய் எடுக்கவும் இந்த யந்திரத்தை உபயோகிக்கிறார்கள்.

B. ஜல சூத்திர தூக்கி (Hydraulic Lift or Elevator).

ஜல சூத்திர தூக்கி திரவங்களின் அழுத்தும் சக்தியை பரவச்செய்யும் குணத்தை ஆதாரமாகக்கொண்டு வேலை செய்யும் மற்றொரு யந்திரம் (படம் 87) இது சில கட்டடங்களில் உபயோகப்படுத்தப் படுகிறது. இதில் C என்பது தூக்கி செல்ல வேண்டிய உயரத்தை விட சற்று நீண்டு, பூமியில் செங்குத்தாய் பதித்துள்ள குழாய். இந்தக் குழாயில் கீழும் மேலும் நகரக்கூடிய R என்னும் பிஸ்டன்மேல் நுனியில்



படம் 87.

ஜல சூத்திர தூக்கி.

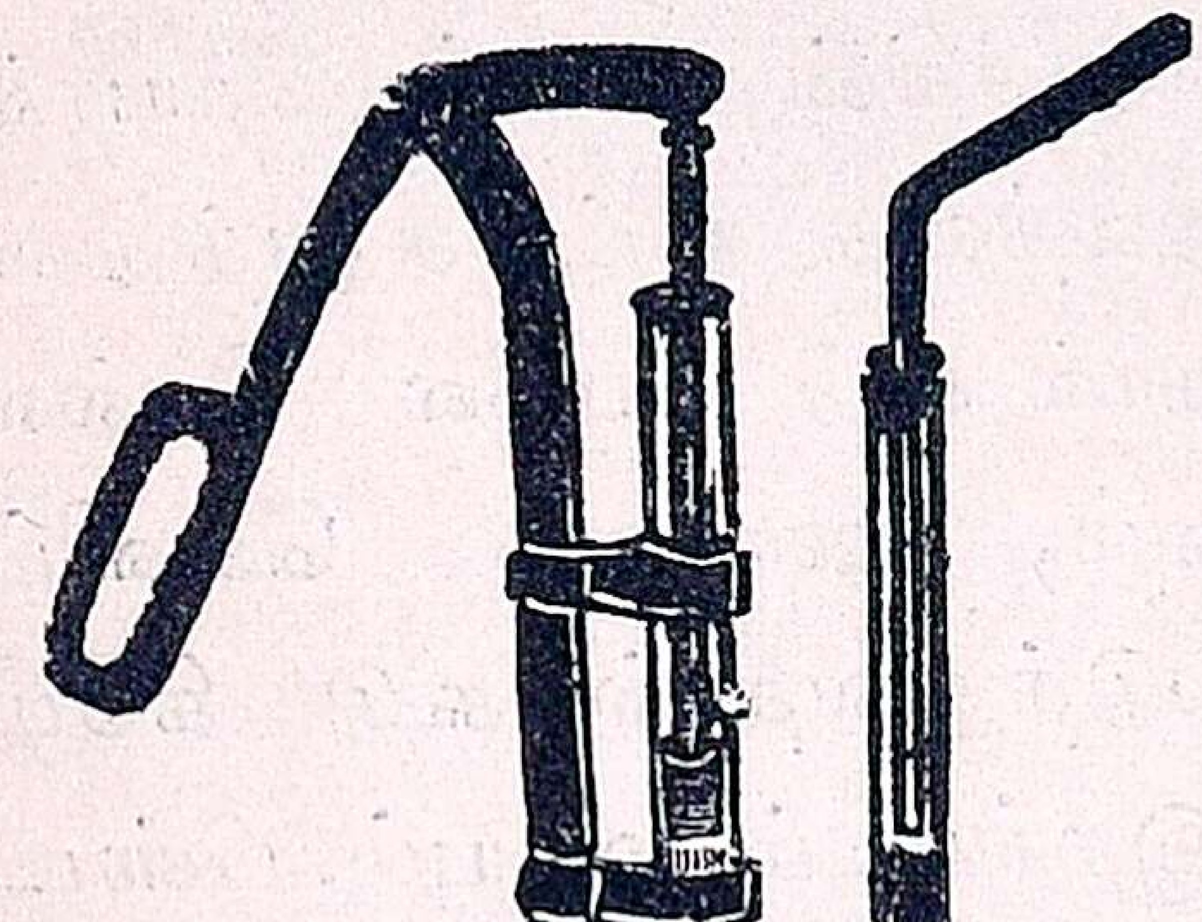
ஜனங்கள் அல்லது மூட்டைகளை தூக்குவதற்கு உபயோகமாகும் A என்னும் கூடு இருக்கிறது. C என்னும் குழாயில் அதிக அழுத்தும் சக்தியால் செலுத்தப்படும் ஜலம் பிஸ்டனை மேலே அழுத்துவதால் கூடு மேலே தூக்கப்படுகிறது.

ஜலம் குழாயில் செல்லுவதற்கும், வெளியேகுவதற்கும் வசதியான சிறிய அடைப்புக் குழாய்கள் (taps) C என்னும் குழாயிலிருக்கின்றன. ஆகையால் ஜலத்தை உட்செலுத்துவதால் கூடு மேலே செல்லவும், ஜலத்தை வெளிப்படுத்துவதால் கூடு கீழே இறங்கவும் முடியும். பிஸ்டனின் குறுக்கு வெட்டு பாகம் அது தூக்கவேண்டிய பளுவுக்குத் தக்க பரப்புள்ளதா யிருக்கவேண்டும். இதன் பரப்பை அதிகப்படுத்துவதால் பிஸ்டனின் ஒரு அங்குலப் பரப்பில் நாம் உபயோகிக்கும் ஜலத்தின் மேல் அழுத்தும் சக்தியை மிகவும் குறைக்கலாம். சாதாரண உயரங்களுக்கு மட்டும் இந்த யந்திரத்தை உபயோகிக்கிறார்கள். தற்காலத்தில்

இதற்குப் பதிலாக மின்சார தூக்கிகள் உபயோகத்திலிருந்து வருகின்றன.

C. சக்தி ஜலமிறைக்கும் யந்திரம் (Force-pump).

ஜல யந்திரத்தைக்கொண்டு ஜலத்தைத் தூக்கும் உயரத்திற்கு ஓர் வரம்பு உண்டு. இந்த யந்திரம் வாயு அழுத்தும் சக்தியைக் கொண்டு வேலே செய்கிறது. வாயு அழுத்தும் சக்தியால் ஜலம் 34 அடி உயரம் வரையில்தான் தூக்கப்படும். ஆகையால் இந்த யந்திரத்தினுல் சுமார் 34 அடி உயரத்திற்கு மேல் ஜலத்தை இறைக்க முடியாது. பிஸ்டனுக்கும், கபாடங்களுக்கும் வாயுவை உள்ளிலும் வெளியிலும் செல்லவொட்டாமல் நெறுக்கி அழுத்தும் சக்தி குறைவதால், வழக்கத்தில் இந்த யந்திரத்தைக் கொண்டு ஜலத்தை 30 அடி உயரம் வரையில் தான் தூக்க முடியும். இந்த உயரத்திற்குமேல் ஜலத்தை இறைக்க வேண்டுமானுல் சக்தி ஜலமிறைக்கும் யந்திரத்தை (force-pump) உபயோகிக்க வேண்டும்.



படம் 88.
சக்தி யந்திரம்.

பாகங்கள் :—ஜலமிறைக்கும் யந்திரத்தைப் போலவே இதிலும் ஒரு நீண்ட சிறிய குழாய் அகன்ற குழாயுடன் சேர்க்கப்பட்டிருக்கிறது. இதன் அடி நுனி ஒரு தொட்டியிலுள்ள ஜலத்திற்குள் இருக்கிறது. அகன்ற குழாயின் அடிப்பாகத்தின் பக்கத்தில் பொருந்தியிருக்கும் ஒரு சிறு குழாய் மற்ருெரு அகன்ற குழாயுடன் படத்தில் காட்டியபடி சேர்க்கப்பட்டிருக்கிறது. தொட்டியிலிருந்து மேலே வரும் சிறு குழாய் அகன்ற குழா

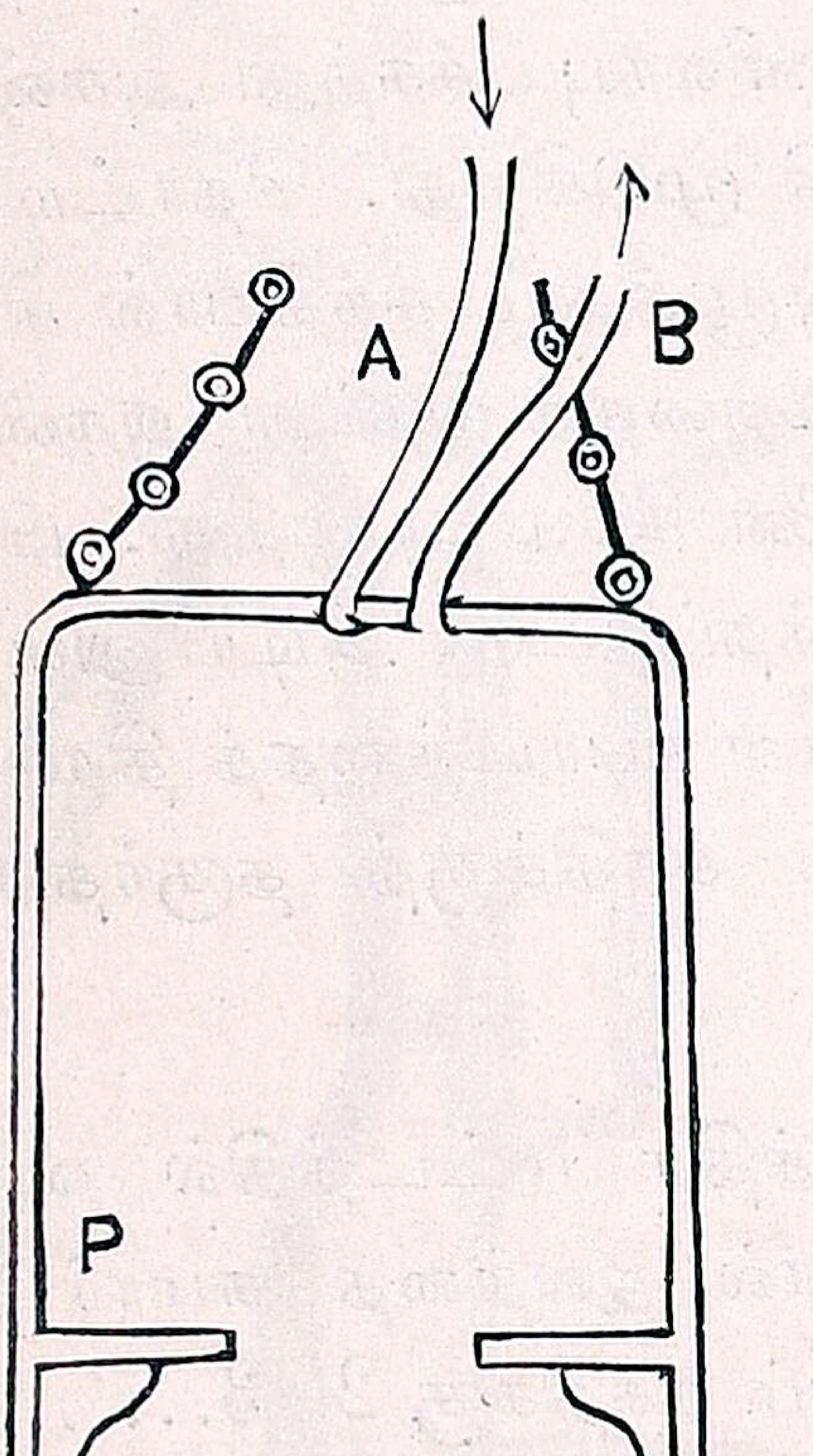
யுடன் சேருமிடத்தில் மேல்புறம் மட்டும் திறக்கக்கூடிய ஒரு கபாடமும், பக்கக் குழாய் இரண்டாவது அகன்ற குழாயுடன் சேருமிடத்தில் மேல்புறம் மட்டும் திறக்கக்கூடிய மற்றொரு கபாடமும் இருக்கின்றன. ஜலம் தூக்கி யந்திரத்திலிருப்பதுபோல் இதன் பிஸ்டனில் கபாடம் கிடையாது. ஜலம் வெளிச் செல்வதற்கு ஏற்பட்ட பக்கத்திலுள்ள அகன்ற குழாயின் வாயிலிருக்கும் ஒரு சிறு வளைந்த குழாயின் வழியாக ஜலம் வெளியில் போகிறது.

வேலை செய்வது:—ப-சோ. 27:—பிஸ்டன் அகன்ற குழாயின் அடியிலிருக்கும்பொழுது அதை மேலே இழு. இப்பொழுது அகன்ற குழாயில் பிஸ்டனுக்குக் கீழ் ஏறக்குறைய சூன்யம் ஏற்படுகிறது. வெளிவாயு பக்கத்து அகன்ற குழாயிலுள்ள கபாடத்தை அழுத்தி மூடுகிறது. தொட்டியிலுள்ள ஜலம் வெளி வாயுவின் அழுத்தும் சக்தியால் சிறு குழாயின் தலைப்புற மிருக்கும் கபாடத்தைத் திறந்து அகன்ற குழாய்க்குள் செல்லுகிறது. பிஸ்டனை கீழே அழுத்து. பிஸ்டனுக்குக் கீழிருக்கும் ஜலம் அழுத்தப்பட்டு, அடியிலுள்ள கபாடத்தை மூடி, பக்கக் குழாயிலுள்ள கபாடத்தைத் திறந்து கொண்டு, பிஸ்டனை அழுத்தப்படும் சக்திக்குத் தகுந்தபடி பீரிட்டு வெளியே செல்லுகிறது.

நாம் அழுத்தும் சக்தி சமுத்திர மட்டத்தில் வாயு அழுத்தும் சக்திக்குச் சரியாயிருந்தால், ஜலத்தை சுமார் 34 அடி உயரத்திற்கும், வாயு அழுத்தும் சக்திக்கு 2, 3........ மடங்கானல் 34 அடியின் 2, 3........மடங்கு உயரங்களுக்கும் இறைக்கலாம். தொட்டியிலிருந்து தண்ணீரை யந்திரத்திற்குட் செலுத்தும் சிறு குழாய் அந்த இடத்தில் ஜல பாரமானியின் உயரத்திற்குக் குறைந்தே யிருக்க வேண்டும்.

D. சுழிபுடகம் அல்லது மூழ்குமணி (Diving Bell).

கண்ணாடி டம்ளர் ஒன்றை தலை கீழாகக் கவிழ்த்து ஒரு பாத்திரத்திலுள்ள ஜலத்தில் அழுத்தும்போது அதிலுள்ள வாயு சுருங்கி குறைந்த இடத்தில் அடங்குவதை நான்காவது அத்தியாயத்தில் பார்த்தோம். டம்பளரிலிருக்கும் வாயுவின் பரிமாணம் குறையக் குறைய அதன் அழுத்தும் சக்தி அதிகரித்துக்கொண்டே வருகிறது. ஜல மட்டத்திற்குக் கீழ் 34 அடியில் உள்ளிருக்கும் வாயு முன்னிருந்த அளவில் பாதி தான் இருக்கும். இந்த சித்தாந்தத்தைக்கொண்டு சுழிபுடகம் வேலை செய்கிறது. கடலின் அடி பாகத்தில் ஜலத்தின் அழுத்தும் சக்தி அதிகரித்து சுழிபுடகத்திலுள்ள வாயு அதிகமாக சுருக்கப்படும். வெளியிலிருந்து இதனுள் வாயுவை அதிக அழுத்தும் சக்தியுடன் செலுத்துவதால் ஜலம் உள்ளே ஏறுவதைத் தடுக்கலாம்.



படம் 89.
சுழிபுடகம் (Diving Bell).

படம் 89ல் காட்டியிருப்பது சுழிபுடகத்தின் படம். இது வார்ப்பு இரும்பினால் செய்யப்பட்டு, நீண்ட சதுரமும் உட்பாகத்தில் ஒரு பீடமுமுள்ளது. இது சங்கலிகளைக்கொண்டு படகிலிருந்து தொங்கவிடப்பட்டு, உள்ளிருக்கும் மனிதர்களின் இஷ்டப்படி தண்ணீரில் தாழ்த்தவும், மேலே தூக்கவும் கூடியது. உள்ளிருக்கும் மனிதர்கள் சுவாசிப்பதற்கு வேண்டிய சுத்த வாயுவை படகிலுள்ள சக்தி யந்தி

ரங்களைக்கொண்டு A என்னும் குழாய் வழியாய், அடியில் குமிழிகளாக வெளிச் செல்லும் வரையில், செலுத்துகிறார்கள். சுவாசிக்கப்பட்ட அசுத்தமான உஷ்ணவாயு B என்னும் குழாயின் வழியாய் வெளிச்செல்லுகிறது. இந்தக் கருவியைக்கொண்டு பாலங்களுக்கு அஸ்திவாரம் போடுதல், மூழ்கிப்போன கப்பல்களிலுள்ள விலையுயர்ந்த சாமான்களைக் கண்டு பிடித்து எடுத்தல், தண்ணீருக்குள்ளிருக்கும் பாறைகளைப் பிளத்தல் முதலிய வேலைகளை ஜலத்தினுள் வெகு நேரம் இருந்து செய்யமுடியும்.

E. மூழ்குகப்பல் (Submarine).

மூழ்கு கப்பல் ஜலப்பரப்பிலும், ஜலத்தினுள்ளும் செல்லக்கூடியது. மூழ்கு கப்பலின் முன்பாகம், பின்பாகம், மத்தியபாகம் இந்தவிடங்களில் வைத்துள்ள தொட்டிகளைத் தண்ணீரால் நிரப்பி அதை மூழ்கச்செய்கிறார்கள். தொட்டிகளிலுள்ள ஜலத்தைப் பம்புகளைக் கொண்டு வெளிப்படுத்தி, கப்பலை இலேசாக்கி மிதக்கவைக்கலாம். கப்பல் மூழ்கும் ஆழத்தை அதிலுள்ள அளவு கருவிகள் காட்டுகின்றன. இந்த கப்பல் சமுத்திரத்தினுள் ஆழத்தில் செல்லவேண்டியிருப்பதால், ஜலத்தில் அதிக அழுத்தும் சக்தியை தாங்குவதற்கு கப்பலின் வெளிக்கூடு எஃகினால் செய்யப்பட்டிருக்கிறது. கப்பலிலுள்ள ஜனங்கள் சுவாசிப்பதற்காக, சுருக்கப்பட்ட வாயுவுள்ள குழாய்கள் கப்பலிலிருக்கின்றன. இந்த சுருக்கப்பட்ட வாயுவைக்கொண்டு வெகுதூரத்திலுள்ள விரோதிகளின் கப்பல்களின் மீது இடிமீன்களை (torpedoes) சண்டைகாலங்களில் பிரயோகிக்கிறார்கள். மூழ்கு கப்பலிலிருக்கும் மனிதர்கள் சுற்றுப்பக்கங்களில் ஜலப்பரப்பிற்கு மேலுள்ள வஸ்துக்களைப் பார்க்க அதிலுள்ள பெரிஸ்கோப் (Periscope) என்னும் கருவியை உபயோகிக்கிறார்கள்.

F. ஜீவரக்ஷாகச்சை (Life-belt).

ப - சோ. 28 :—ஒரு நெட்டித்துண்டை ஜலத்தில் போடு. அது மிதக்கிறது. அத்துடன் சிறிய கல் ஒன்றைக்கட்டி அவைகளை ஜலத்தில் வை. நெட்டி தன்னுடன் கல்லையும் மிதக்கச்செய்கிறது.

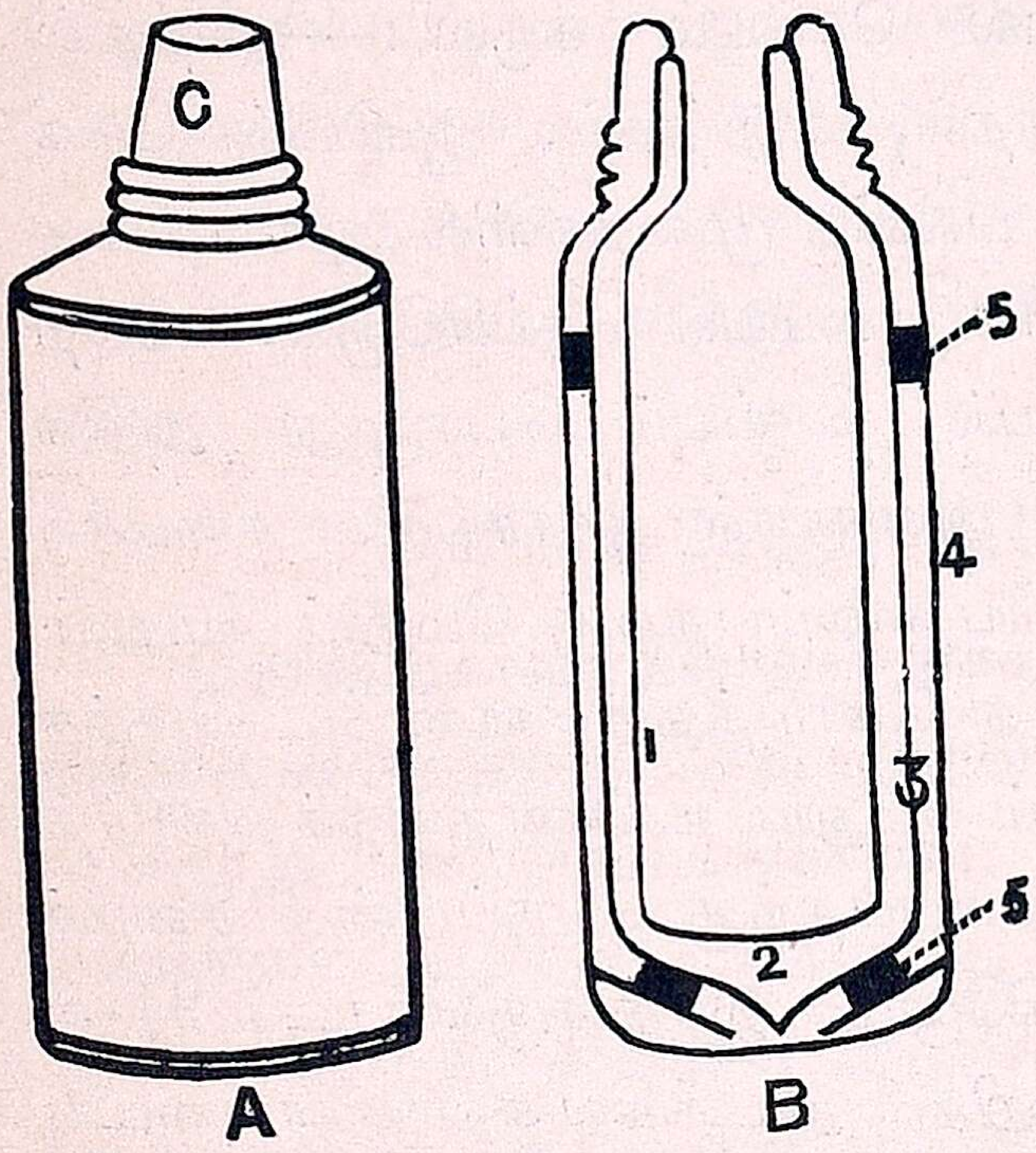
சமுத்திரக்கரைகளில் செம்படவர்கள் மரங்களை ஒன்றுகச் சேர்த்துக் கட்டி, கரைக்கு வெகு தூரத்தில் மீன் பிடிக்கச் செல்லுகிறார்கள். சிறு பிள்ளைகள் மிதக்கவைக்கும் சுரை புரடையை உபயோகித்து நீந்தக் கற்றுக்கொள்ளுகிறார்கள். மேற் சொன்ன பரிசோதனையையும் உதாரணங்களையும் கொண்டு மிதக்கும் வஸ்துக்கள் தங்களுடன் சேர்க்கப்பட்டுள்ள பாரமான வஸ்துக்களை மிதக்கவைக்கக்கூடியவை என்று தெரிந்து கொள்ளுகிறோம். நீர்க்கொள்ளாத (water-proof) ரப்பர் அல்லது மற்ற வஸ்துக்களால் செய்யப்பட்ட பைகளை வாயுவினால் நிரப்பி மிதப்பான்களாக உபயோகிக்கிறார்கள்.

ஆபத்துக் காலங்களில் உபயோகத்திற்காக ஜீவரக்ஷாகச்சைகளை கப்பல்களில் தயாராக வைத்திருக்கிறார்கள். இவை நீர் உட்செல்லாத கித்தான் பைகளில் நெட்டித் துண்டுகளை அடுக்கி, சிறிய சக்கரம்போல் தைக்கப்பட்டவை. இடுப்பைச் சுற்றி கட்டிக்கொள்ளுவதற்கு இவைகளில் வார் பட்டைகள் சேர்க்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவை சாதாரணமாய் ஐந்து பவுண்டு எடையில் செய்யப்பட்டு, இருபது பவுண்டு பளுவை மிதக்க வைக்கும் சக்தியுள்ளவை. மூழ்கின கப்பலிலுள்ளவர்கள் இவைகளை உபயோகித்து, உதவி வரும் வரையில் மிதந்துகொண்டிருந்து, தங்களைக் காப்பாற்றிக் கொள்ளுகிறார்கள்.

G. தெர்மாஸ் குப்பி, நெருப்பின்றி சமையல் செய்யும் கருவி முதலியவை.

தெர்மாஸ்குப்பி :—தெர்மாஸ்குப்பி அதனுள்ளிருக்கும் உஷ்ண வஸ்துக்களின் உஷ்ணத்தையும், குளிர்ந்த வஸ்துக்களின் குளிர்ச்சியையும் பாதுகாப்பதற்கு உபயோகமாகும் சாதனம்.

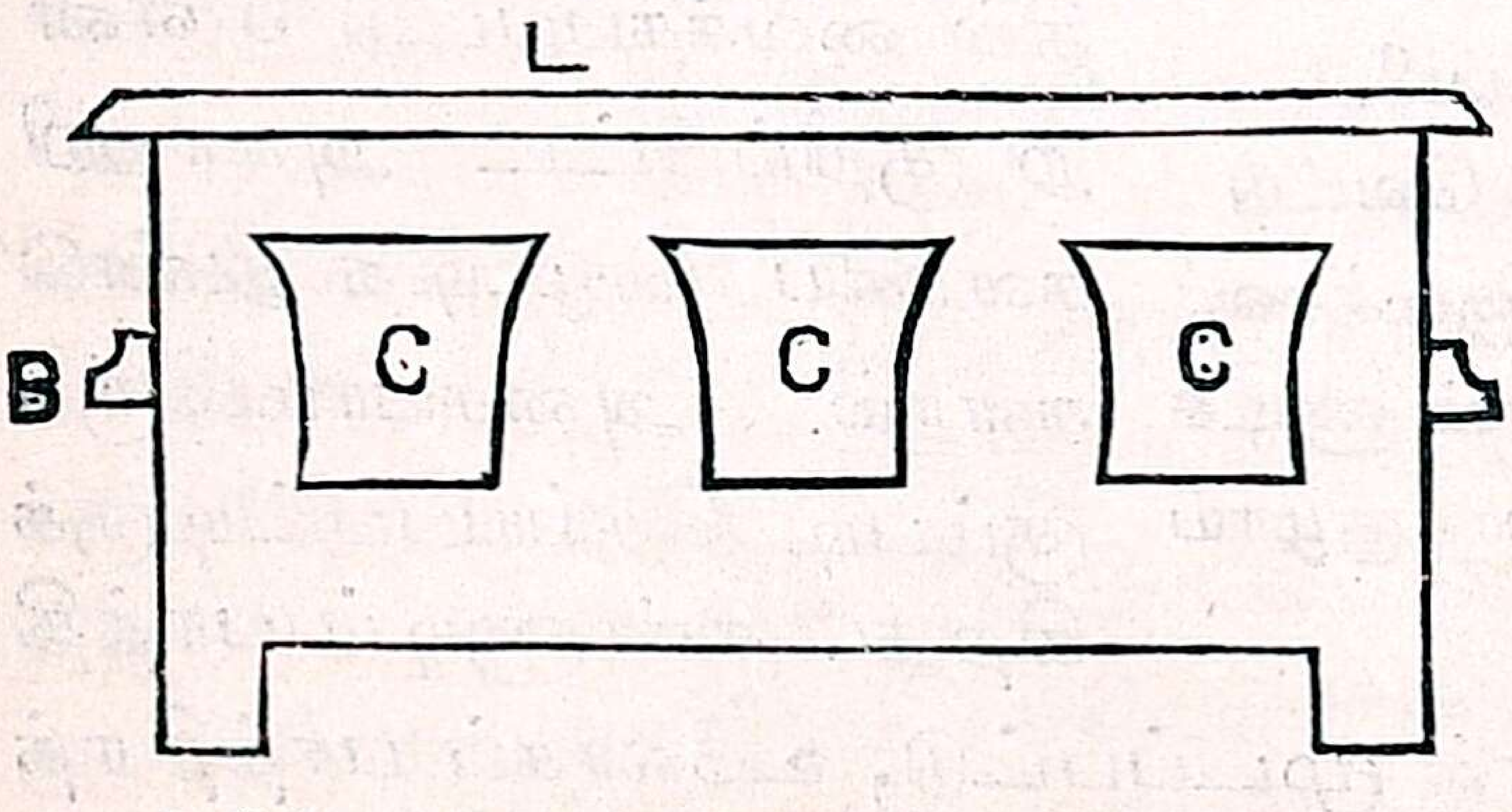
இது படம் 90-ல் காட்டியபடி 1, 3 குறிப்பிட்ட இரட்டைச் சுவர்களுள்ள கண்ணுடிப் பாத்திரத்தில் கண்ணுடிப் பக்கங்களுக்கு இடையில் 2 என்று குறிப்பிட்ட பாகம் ஏறக்குறைய வாயுவில்லாம லிருக்கிறது. 1 லக்க மிட்ட கண்ணுடிச் சுவற்றின் உட்பக்கமும், 3 லக்கமிட்ட சுவற்றின் உட்புறமும் வெள்ளியிடப் பட்டிருக்கின்றன. இது ஒரு உலோகப் பாத்திரத்தில் வைக்கப்பட்டு 5 என்று குறிப்பிட்ட அவாஹிகளாகிய நெட்டித் துண்டுகளால் அசையாமலிருக்கும்படி செய்யப்பட்டிருக்கிறது. கண்ணுடிப் பாத்திரத்தின் வாய் நெட்டியால் மூடப்பட்டு, உலோகப் பாத்திரத்தின் வாய் C குறிப்பிட்ட உலோக மூடியால் திருகி மூடப்பட்டிருக்கிறது. கண்ணுடிச் சுவர்களுக்கிடையிலுள்ள குறைந்த வாயுவும், உலோகப் பாத்திரத்திலுள்ள வாயுவும் உஷ்ணத்தை



படம் 90. தெர்மாஸ் குப்பி.
A. வெளித்தோற்றம் ; B. வெட்டு முகம்; C. மூடி; 1. கண்ணுடிச்சுவர் உட்புறம்; 2. சூன்யம் ; 3. கண்ணுடிச் சுவர் வெளிப்புறம்; 4. உலோககுழாய் 5. நெட்டிகள்.

நகர்ந்தாவது (**conduction**), தொடர்ந்தாவது (**convection**) பரவச் செய்யச் சக்தியற்றவை. பிரதி பிம்பிக்கக்கூடிய கண்ணாடிப் பக்கங்கள் உஷ்ணத்தைக் கிரணித்துப் பரவச்(**radiate**) செய்யாது. ஆகையால் உஷ்ணம் வெளியிலிருந்து உட்செல்லாமலும், உள்ளிருந்து வெளிச் செல்லாமலுமிருக்கும். கண்ணாடிப் பாத்திரத்தில் வைத்திருக்கும் சூடான அல்லது குளிர்ந்த வஸ்து வெகு நேரம் உஷ்ணநிலை மாருமலிருக்கும்.

நெருப்பின்றி சமையல் செய்யும் கருவி :—ஜலத்தில் கொதிக்கவைத்தல், பொரித்தல், வறுத்தல், ஆவியில் வேகவைத்தல், சுடுதல் முதலிய பலவித முறைகளில் ஆகாரத்தை வெவ்வேறு உஷ்ணநிலைகளில் சமையல் செய்கிறோம். மேற்குறித்த வழிகளில் சமையல் செய்யும் பொழுது அதிக உஷ்ணம் வீணுகிவிடுகிறது. ஆகையால் ஆகாரங்களை சமைக்க வேண்டிய உஷ்ணநிலையிலேயே வைப்பதற்கு மேலும் மேலும் உஷ்ணத்தை வெளியிலிருந்து கொடுத்துக்கொண்டேயிருக்க வேண்டியிருக்கிறது. மேலும் மேலும் உஷ்ணத்தைக் கொடுத்து அதை வீணுக்காமல் சமைப்பதற்கு நெருப்பின்றி சமைக்கும் கருவியை உபயோகிக்கிறோம். இந்த கருவி படம் 91-ல் காட்டியபடி உஷ்ண அவாஹிகள் அடங்கிய சுவர்களையுடைய பெட்டி (B). இதன் மூடி (L) வாயு உட்புகாதபடி மூடக் கூடியது. இந்தப் பெட்டியில் உஷ்ணத்தை மெதுவாக பரவச் செய்யும் ஆட்டு ரோமம், வைக்கோல் போன்ற பதார்த்தங்களால் பிரிக்கப்பட்ட C, C, C, என்னும் பல அறைகளிருக்



படம் 91. நெருப்பின்றி சமைக்கும் கருவி
B. பெட்டி; C. அறைகள்; L. மூடி.

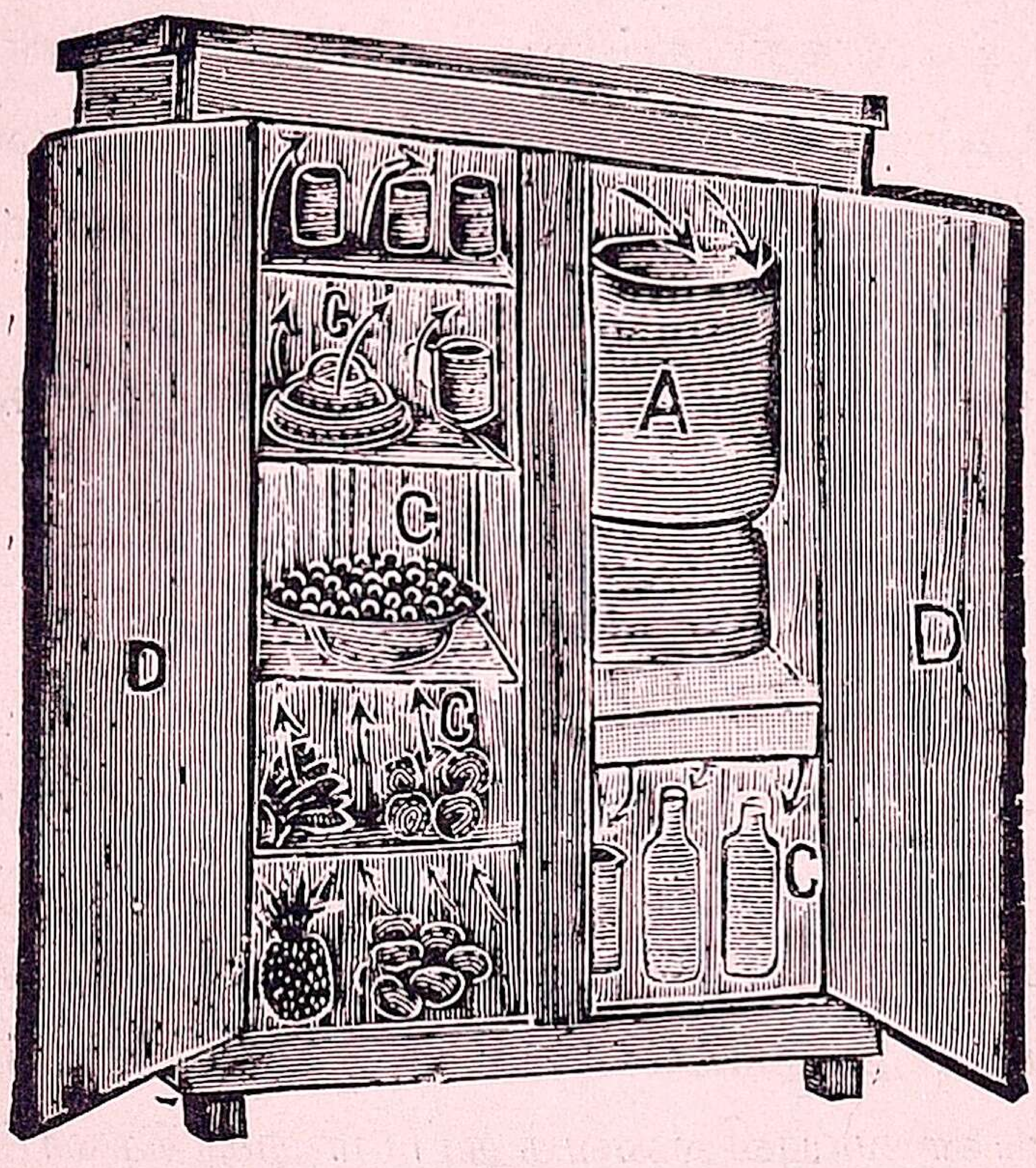
கின்றன. சமைக்கவேண்டிய ஆகாரங்களை அடுப்பில் கொதிக்கும் வரையில் உஷ்ணப்படுத்தி, பிறகு இந்த அறைகளில் அவைகளை வைத்து அவையுள்ள பாத்திரங்களை தட்டுகளால் லேசாக மூடவேண்டும். இப்பொழுது உஷ்ணம் வெளிச்செல்ல முடியாததால், ஆகாரங்களை வேண்டிய காலம் பெட்டியில் வைத்துப் பக்குவப்படுத்தலாம். ரொட்டிகளைச் சுடுவதற்கு தடித்த உலோகத் தட்டை நன்ருக உஷ்ணப்படுத்தி, பெட்டியின் அடிப்பாகத்தில் வைத்து அதன்மேல் ரொட்டியை வைத்துச் சுடலாம். இந்தக் கருவியினுல் சமைப்பவர்களுக்கு உஷ்ண காலங்களில் உஷ்ணத்தினுல் அசௌகரியமில்லாமலும், விறகு அதிகமாகச் செலவில்லாமலுமிருக்கும்.

குளிர்ச்சி செய்தல் (Refrigeration).

கோடைகாலத்தில் வஸ்துக்களை அழிக்கும் ஜீவலங்கள் நன்ருக விருத்தியடைகிறபடியால், ஆகாரப் பொருள்கள் அப்பொழுது கெட்டுப்போகின்றன. அதிக சீதளத்தில் இந்த ஜீவலங்கள் அழிந்து போவதால், குளிர்ந்த உஷ்ண நிலையில் ஆகாரப்பொருள்களையும், அழுகிப்போகக் கூடிய வஸ்துக்களையும் வறண்டு சுத்தமான வாயுவில்வைத்துப் பாதுகாக்கலாம். இதற்கு சிறு பனிப்பெட்டி முதல் அநேக டன் எடையுள்ள பொருள்களை வைக்கக்கூடிய குளிர் அறைகள் வரை உபயோகத்திலிருந்து வருகின்றன. இந்தப் பெட்டிகளின் சுவர்கள் வெளி உஷ்ணம் உட்புகாமல் வைக்கக்கூடிய அவாஹிகளால் செய்யப்பட்டிருக்கின்றன. இந்த அவாஹிகள் 3 அங்குலம் முதல் 7 அங்குலம் வரையில் கனமுள்ள ஆட்டு ரோமம் அல்லது கெட்டிப்படுத்தப்பட்ட நெட்டி இவைகளால் செய்யப்பட்டவை. தற்காலத்தில் நெட்டியை அநேகமாய் அவாஹிகளாக உபயோகிக்கிருர்கள். வாயுவுக்கு உஷ்ணத்தை நகர்ந்து

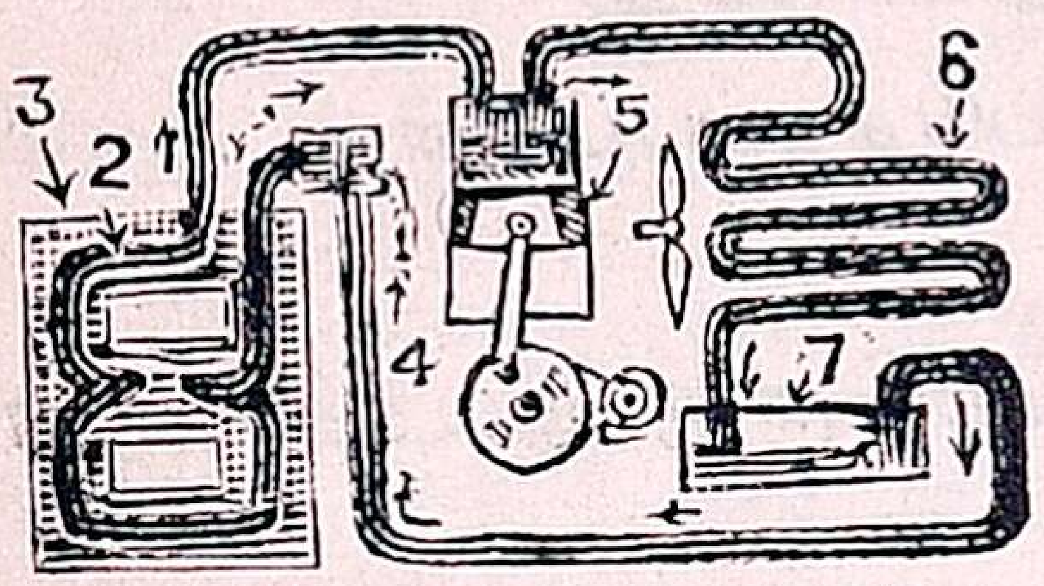
பரவச் செய்யும் சக்தி மிகவும் குறைவானதால் பெட்டியின் சுவர்களில் வாயு அடைக்கப்பட்டிருக்கிறது.

பனிப்பெட்டி (Ice-chest) :—படம் 92ல் காட்டியிருப்பது பனிப்பெட்டி. இதில் கெட்டிபடுத்தப் பட்ட நெட்டிகளால் பிரிக்கப்பட்ட பல அறைகளிருக்கின்றன. மேல் தட்டின் ஒரு பக்கத்தில் பனிக்கட்டிகள் (A) வைக்கப்படுகின்றன. பனிக்கட்டியைச் சுற்றியுள்ள வாயு குளிர்ந்து, கனமடைந்து அம்புகளால் குறிக்கப்பட்டபடி கீழே சென்று அங்கிருக்கும் உஷ்ணவாயுவை மேலே செல்லச்செய்கிறது. மேல் சென்ற உஷ்ணவாயு பனிக்கட்டியால் குளிர்ச்சியடைந்து கீழே செல்லுகிறது. இம்மாதிரி சுற்றிச் சுற்றி காற்றோட்டம் ஏற்பட்டு பெட்டியின் உட்பாகம் பனிக்கட்டி உருகும் உஷ்ண நிலைக்கு வருவதால் பெட்டியினுள்ளிருக்கும் ஆகாரப் பொருள்கள் கெட்டுப்போகாமல் காப்பாற்றப்படுகின்றன. பனிக்கட்டி உருகுவதால் உண்டாகும் ஜலத்தைப் பெட்டியிலிருந்து வெளிப்படுத்த ஏற்பாடு செய்யப்பட்டிருக்கிறது.



படம் 92.
பனிப்பெட்டி.

குளிர்ச்சி செய்யும் பெட்டி (**Refrigerator**) :—தற்காலத்தில் உபயோகிக்கும் சீதளப்பெட்டிகளில் அறைகளில் பனிக்கட்டியை வைப்பதற்குப் பதிலாக அவைகளுடன் பனிக்கட்டியை செய்யும் யந்திரமே சேர்க்கப்பட்டிருக்கிறது. ஆகாரப் பொருள்கள் வைக்கப்படும் உள் அறைகளில் (படம் 93-1) குழாய்ச் சுருள் (படம் 93-2) களிருக்கின்றன. அழுத்தும் சக்தி குறைந்துள்ள இந்தக் குழாய்களின் வழியாய் திரவ அமோனியா, பனிக்கட்டி செய்யும் யந்திரங்களில் உள்ளது போல், செலுத்தப்படுகிறது. திரவ அமோனியா விரிவடைந்து, வாயுவாக மாறும்போது அது குளிர்ந்து அறைகளையும் குளிரச் செய்கிறது.



படம் 93.
மின்சார குளிர்ச்சி செய்யும் பெட்டி: 3. குளிர்ந்த பெட்டி; 5. பம்பு; 6. அமோனியா திரவ குழாய்; அம்புக்குறி அமோனியா செல்லும் திசை.

கேள்விகள்.

1. மின்சார வோட்டத்தின் சில பலன்களைக் கூறு.
2. பற்றுவைத்தலை விவரி.
3. பற்றுவைக்கும் இரும்பு, இஸ்திரி பெட்டி இவைகள் மின்சாரத்தினால் எவ்வாறு உஷ்ணப்படுத்தப்படுகின்றன ?
4. ஜலம் மின்சார வோட்டத்தால் பிரிக்கப்படுவதை விவரி.
5. மின்சார வோட்டத்தைக்கொண்டு வஸ்துக்களைப் பிரித்தல் ரஸாயன மாறுபாடு என்று எவ்வாறு நிரூபிப்பாய் ?
6. மின்சார முலாம் கொடுத்தல் என்றால் என்ன ?
7. தாழ்ந்த உலோக வஸ்துக்களுக்கு (1) வெள்ளி முலாம், (2) தங்கமுலாம் கொடுப்பதை விவரி.
8. மின்சார காந்தத்தை விவரி.

9. தந்தி தபால் முறை என்பதென்ன ?

10. தந்தி தபால் முறையிலுள்ள மூன்று முக்கிய பாகங்களைக் கூறி; ஒவ்வொரு பாகத்தின் உபயோகத்தையும் கூறு.

11. மின்சார காந்தம் உபயோகப்படுத்தப்பட்டுள்ள கருவிகளைக் கூறு.

12. தந்தி தபால் ஓரிடத்திலிருந்து மற்றொரு இடத்திற்கு எவ்வாறு அனுப்பப்படுகிறது ?

13. அஞ்சல் என்றால் என்ன ? அதன் உபயோகத்தை படத்துடன் விவரி.

14. நீராவி யந்திர அமைப்பின் பாகங்களை விவரி.

15. நீராவியின் அழுத்தும் சக்தியை அளக்கும் கருவி என்பதென்ன ? அதன் உபயோகமென்ன ?

16. க்ஷேமகபாடத்தின் உபயோகத்தையும், அதன் வேலையையும் விவரி.

17. நீராவி எவ்வாறு நீராவி யந்திரத்தை ஓடச் செய்கிறது ?

18. நீராவி யந்திரத்தின் உபயோகங்களை விவரி.

19. சங்கர்ஷணம் (friction) என்பதென்ன ? அது எப்பொழுது ஏற்படுகிறது ?

20. சங்கர்ஷணத்தின் (1) அனுகூலம், (2) பிரதிகூலம் இவைகளை உதாரணங்களுடன் விவரி.

21. சங்கர்ஷணத்தை அதிகப்படுத்துவதும், குறைப்பதும் எவ்வாறு ?

22. மோட்டார், சைகிள் இந்த வண்டிகளின் சக்கர ரப்பர் கட்டுகள் மேடுபள்ளங்களாயிருப்பதேன் ?

23. சங்கர்ஷணம் அதிகமாக்கப்பட வேண்டிய சந்தர்ப்பங்களைக் கூறு.

24. திரவங்களில் அழுத்தும் சக்தி எப்படி ஏற்படுகிறது ?

25. திரவங்களுக்கு அழுத்தம் உண்டென்று நிரூபிப்பதெப்படி?

26. திரவங்களின் அழுத்தும் சக்தியை செல்லச் செய்தல் என்றால் என்ன ?

27. திரவங்கள் அழுத்தும் சக்தியை செல்லச் செய்கின்றன என்பதைக் காண்பிக்க பரிசோதனையை விவரி.

28. ஜல சூத்திர அழுத்தும் கருவி (hydraulic press)யை படம் வரைந்து விவரி.

29. ஜலசூத்திர அழுத்தும் கருவி எவ்வாறு வேலை செய்கிறது?

30. ஜலசூத்திர தூக்கி என்பதென்ன ? அது எவ்வாறு வேலை செய்கிறது ?

31. சக்தி ஜலமிறைக்கும் யந்திரத்தை விவரித்து, அதற்கும் சாதாரண ஜலமிறைக்கும் யந்திரத்திற்கு முள்ள வித்தியாசங்களைக் கூறு.

32. மூழ்குமணி (diving bell) படம் வரைந்து விவரி.

33. மூழ்குகப்பல் என்பதென்ன ? அதை எவ்வாறு உபயோகப்படுத்துகிறார்கள் ?

34. கப்பல்களிலுள்ள, ஜீவரக்ஷகச்சைகளின் உபயோகமென்ன ?

35. (1) தெர்மாஸ்குப்பி, (2) நெருப்பின்றி சமையல் செய்யும் கருவி இவைகள் எந்த ஆதாரத்தைக்கொண்டு வேலைசெய்கின்றன ?

36. குளிர்ச்சி செய்யும் பெட்டி என்பதென்ன? அது எவ்வாறு வேலை செய்கிறது ?

37. குளிர்ச்சி செய்யும் பெட்டியின் உபயோகங்கள் யாவை?

38. படத்துடன் பனிப்பெட்டியின் அமைப்பை விவரித்து அதன் உபயோகத்தைக் கூறு.

DEPARTMENTAL SYLLABUS IN ELEMENTARY SCIENCE.

Form IV.

(70 lessons)

I. Feeding (14 lessons) :—

1. Feeding of baby animals with mother's milk; mother bird providing; storage in eggs—parental care in birds and mammals (3).

2. Plant a living thing (1).

3. Feeding of the baby plant; seed and its awakening; germination of the bean (2).

4. Soil and food supply (1).

5. Interdependence of plants and animals (1).

6. Adaptation to feeding habits—Carnivorous and herbivorous—Cat, squirrel, crab and grass-hopper—Cud-chewing and non-cud-chewing (3).

7. Food maxims—Accompanied by explanatory talks based on what is treated in the lower forms (3).

II. Physical efficiency and growth—(13 lessons):—

1. Adaptation of animals to environment—Protection of animals—Colour, mimicry and poison apparatus (2).

2. Respiration in plants—General and elementary (1).

3. Movements in plants with reference to gravity, light, water-supply—Sleep movement (2).

4. Adaptation of plants—Their environment. Marsh, water and desert plants (3).

5. Inter-relation of plants and animals; Cross-pollination of plants by insects and birds (2).

6. Social life in animals, ants and bees (2).

7. Sensing—Ear—Its function; functions of skin, nose and tongue (1).

III. Home (7 lessons):—

1. Iron, brass, bronze and aluminium used in making house-fittings (2).

2. Preservatives—Paints, varnishes, oils, stains, enamels (2).

3. Lime-stone—Composition of mortar, cement and concrete (1).

4. Public water-supply system, pumping station—Pneumatic and gravity systems—Water mains, pipes, taps (2).

IV. Exploring the environment (21 lessons):—

1. Atmosphere—Compressibility and elasticity of air—Uses—Structure and working of an air-pump (2).

2. Weather and climate—Adaptation of plants and animals to climatic conditions, hybernation, migration, protective colouring (2).

3. Matter—Coal—Products of distillation (coal-gas, ammoniacal liquor and coal-tar); preparation of ammonia—Manufacture of ice (3).

4. Petroleum—Distribution in nature—Its uses and its products—Separation by fractional distillation (2).

5. Soap and paper manufacture (2).

6. Sand and manufacture of glass (1).

7. Sound—sound producing instruments, depending on wind, strings and concussion; echoes—Megaphones and

stethoscopes; gramaphones—records, needles, reproducers, Vocal cords in man and how they function (4).

8. Uses of reading lens, microscope, telescope; how they function (2).

9. Uses and principles of the working of optical lantern (1).

10. Moving pictures—how made and shown (2).

V. Harnessing the forces of nature (15 lessons) :—

1. Heating effect of electric currents—uses—soldering iron, hot iron (2).

2. Chemical effects of electric current—general treatment of electro-plating (2).

3. Telegraphy—principle of working (2).

4. Steam-engine—mechanical parts — pressure gauge and general functioning (2).

5. Friction—uses and disadvantages—action of lubricants (1).

6. Transmissibility of liquid pressur e and hydraulic press and elevators—force-pump—diving b ell—submarine —life-belts—how these work (4).

7. Thermos flask, fireless cookers, refrigerator; uses, operation and principles of working (2).

BY THE SAME AUTHORS

TEXT BOOK OF ELEMENTARY SCIENCE

(1929 syllabus of the S. S. L. C. course)

Approved by the Text-Book Committee

ENGLISH

Parts 1 and 2. Physical Measurements and Chemistry.	...	As.	12
Parts 3 and 4. Elementary Physics and Animal Life.	...	As.	12
Parts 1 to 4 in one volume.	...	Re.	1-6
Part 5. Physiology, Hygiene and First Aid.	...	As.	10
Part 6. Plant Life.	...	As.	8
Part 7. Physics in Daily Life.	...	As.	10

TAMIL

Vol. I A and B. Physics (to the end of Heat) and Chemistry.	...	Re.	1-4
Vol. I-C. Light, Sound, Magnetism and Electricity.	...	As.	12
Vol. II. Animal Life and Plant Life.	...	As.	12
Vol. III. Physiology, Hygiene and First Aid.	...	As.	12

TEXT BOOK OF GENERAL SCIENCE (TAMIL)

(1934 SYLLABUS)

Approved by the Text-Book Committee

Book I for Form I As. 6

Book II for Form II As. 8

Book III for Form III As. 11

General Science (1937 Syllabus)

Book IV for Form IV (English) As. 12

Book V for Form V (English) Re. 1-4.

Book IV for Form IV (Tamil) As. 14.

Book V for Form V (Tamil in the Press).

For Copies apply to:—

V. DURAISWAMI AYYAR, B.A., L.T.,
Science Assistant,
Municipal High School,
SALEM.